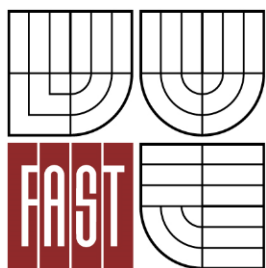




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

REVITALIZAČNÍ ZÁSAHY NA VODNÍCH TOCÍCH

REVITALIZATION OF RIVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

STANISLAV GRAND

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Stanislav Grand
Název	Revitalizační zásahy na vodních tocích
Vedoucí bakalářské práce	prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015
V Brně dne 30. 11. 2014	

.....
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Just, T. Vodohospodářské revitalizace, Praha 2005
Patočka, C., Macura, L. Úpravy toků, Praha 1989
Raplík, M a kol. Úpravy tokov, Bratislava 1989
Šlezingr, M. Říční typy, CERM Brno 2007
Šlezingr, M., Úradníček, L., Vegetační doprovod toků, Brno 2009
Šlezingr, M. Revitalizace toků, VUTIUM Brno, 2010
Úradníček, L., Šlezingr, M. Stabilizace břehů, CERM Brno 2007
Výbora, P. Úpravy toků, VUT Brno 1988

Zásady pro vypracování

- Výtčet možných revitalizačních prvků - základní souhrn
- Důvody revitalizací
- Návrh revitalizace toku (textové části, dle konkrétního zadání)
- Hydrotechnické výpočty
- Výkresová dokumentace
- Doklady

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).
- 3.

.....
prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá revitalizáciou vybraného úseku na vodnom toku Svitava. Práca je rozdelená do 4 kapitol. Prvá sa zaoberá zhodnotením súčasného stavu toku a popisom všeobecných charakteristík. Druhá časť sa zaoberá popisom technických charakteristík toku, prehľadom možných revitalizačných zásahov a vlastným návrhom revitalizačných úprav a vegetačného doprovodu v konkrétnom úseku. Tretia kapitola obsahuje hydraulický výpočet prúdenia cez súčasné koryto pomocou programu HEC-RAS. Obsahom poslednej časti bakalárskej práce je výkresová dokumentácia súčasného stavu a návrhov revitalizačných úprav.

Klíčová slova

Revitalizácia, HEC-RAS, vodný tok, vegetačný doprovod

Abstract

The bachelor thesis deals with restoration of selected reach on the river Svitava. The work consists of 4 chapters. The first part is dealing with the assessment of the current state of river reach and describing general characteristics. The second level describes technical characteristics, reviews possible restoration interventions, proposed restoration interventions on specific reach and vegetation belt along. The third chapter consists of calculations of steady flow run by computer program HEC-RAS. The last part contains drawings documentation of current state and proposed restoration interventions.

Keywords

Stream restoration, HEC-RAS, watercourse, vegetation belt

Bibliografická citace VŠKP

Stanislav Grand *Revitalizační zásahy na vodních tocích*. Brno, 2015. 55 s., 6 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb.
Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr

.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18.5.2015

.....
podpis autora
Stanislav Grand

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 18.5.2015

.....
podpis autora
Stanislav Grand

POĎAKOVANIE

Týmto by som sa chcel poďakovať prof. Dr. Ing. Miloslavovi Šlezingrovi za odborné vedenie, pripomienky a trpezlivosť pri konzultáciách a vypracovaní bakalárskej práce.

OBSAH

POĎAKOVANIE	8
ÚVOD	11
1. SPRIEVODNÁ SPRÁVA	12
1.1. Správna orientácia	12
1.2. Geodetické podklady	12
1.3. Hydrologické podklady	13
1.4. Geologické údaje	14
1.5. Požiadavky na odbery	19
1.6. Čistota vôd	20
1.7. Priemysel	20
1.8. Poľnohospodárstvo	21
1.9. Lesníctvo	21
1.10. Rekreačné využitie	22
1.11. Splavnosť toku	22
1.12. Životné prostredie – súčasný stav	22
2. TECHNICKÁ SPRÁVA	24
2.1. Správna orientácia	24
2.2. Úvodná časť	24
2.2.3. Účel projektu	24
2.2.3. Popis lokality	24
2.2.4. Zaistené podklady	24
2.3. Popis súčasného stavu	25
2.3.1. Objekty	25
2.3.2. Popis priečneho rezu	26

2.3.3.	Popis pozdĺžneho sklonu	27
2.4.	Revitalizácia toku	27
2.5.	Možné druhy revitalizačných zásahov.....	28
2.6.	Vlastný návrh revitalizačných zásahov	29
2.6.1.	Zmena priečneho profilu	29
2.6.2.	Osadenie balvanov v toku	30
2.6.3.	Umelé drsnenie dna	32
2.7.	Vegetačný doprovod.....	33
3.	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	35
3.3.	Úvod	35
3.4.	HEC-RAS	35
3.5.	Nerovnomerné ustálené prúdenie	35
3.6.	Posúdenie priečných profilov súčasného stavu	37
	ZÁVER	50
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	51
	ZOZNAM OBRÁZKOV	53
	ZOZNAM TABULIEK	54
	ZOZNAM PRÍLOH	55

ÚVOD

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou revitalizácie vybraného úseku toku rieky Svitavy v katastrálnom území Černovice. Účelom je odstrániť, prípadne zmierniť negatívne následky úprav z minulosti a navrátiť ekologickú funkciu vodného toku v krajine so zachovaním pôvodnej funkcie úpravy toku.

Práca je rozdelená na 4 časti. Prvá časť obsahuje sprievodnú správu, ktorá postupne popisuje všeobecné charakteristiky vodného toku – hydrologické, klimatické, geologické, poľnohospodárske podmienky, stav priemyslu, lesníctva, životného prostredia a rekreačného využitia záujmového úseku. Druhá kapitola obsahuje technickú správu, ktorá popisuje technické charakteristiky ako popis priečneho rezu, pozdĺžneho sklonu a objekty na toku, prehľad možných revitalizačných zásahov na toku a následne vlastný návrh revitalizačných úprav vhodných pre konkrétny úsek. Tretia kapitola pozostáva z hydrotechnických výpočtov, ktoré boli prevedené pomocou programu HEC-RAS, z postupu práce v programe a z popisu ustáleného nerovnomerného prúdenia. Posledná časť obsahuje výkresovú dokumentáciu súčasného stavu a navrhovaných revitalizačných úprav.

1. SPRIEVODNÁ SPRÁVA

1.1. Správna orientácia

Názov projektu: Revitalizácia toku Svitava

Lokalizácia: Svitava, r. km. 2,444 - 4,088, katastrálne územie Černovice, okres Brno-Město, Jihomoravský kraj

Číslo vodohospodárskej mapy: 24-34

Číslo pozorovaného hydrologického úseku: 4-15-02-001

Investor: Povodí Moravy, s.p

Dřevařská 11, 601 75 Brno

IČ: 70890013; DIČ: CZ70890013

TEL: +420 541 637 111; FAX: +420 541 211 403

Projektant: Stanislav Grand

Prevádzkovateľ: Povodí Moravy, s.p

Dřevařská 11, 601 75 Brno

IČ: 70890013; DIČ: CZ70890013

TEL: +420 541 637 111; FAX: +420 541 211 403

1.2. Geodetické podklady

Geodetické podklady boli získané z podniku Povodí Moravy, s.p. na Dřevařskéj 11, 601 75 Brno, ktorý sa zaoberá správou povodia Moravy, ktorá zahŕňa správu významných vodných tokov v oblasti, činnosti spojené so zisťovaním a hodnotením stavu povrchových a podzemných vôd v oblasti povodia Moravy a ďalšími činnosťami.

V rámci geodetických podkladov boli získané výkresy pozdĺžneho profilu Svitavy a zamerané priečne profily. Pozdĺžny profil riečny kilometer 0,000 – 11,200 je v mierke 1:5000/100, bol vyhotovený za účelom štúdie v septembri 2009 a obsahuje zamerané hodnoty pravého brehu, ľavého brehu, dna koryta a hladín N-ročných prietokov Q_1 , Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} , Q_{100} . Výkres priečných profilov PF307-39 obsahuje 16 zameraných priečných profilov medzi riečnymi kilometrami 2,444 až 4,088. Je v mierke 1:500/200 a bol takisto vypracovaný v septembri 2009 za účelom štúdie.

Situácia záujmového územia v mierke 1:5000 bola získaná zo serveru ČÚZK.cz.

1.3. Hydrologické podklady

Hydrologické podklady boli získané z Českého hydrometeorologického ústavu z Úseku hydrologie z Oddelenia povrchových vôd.

M-denné prietoky sa určujú z funkcie prekročenia priemerných denných prietokov pre vybrané hodnoty priemernej doby dosiahnutia alebo prekročenia $m = 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 355, 364$ dní v roku. Priemerné m-denné prietoky sa spracovávajú zo siete vodomerných staníc na toku a následne používajú ako extrapolované hodnoty v úsekoch toku, ktoré nie sú priamo merané. M-denné prietoky záujmového územia boli odobraté zo súborov pre stiahnutie, ktoré poskytuje online portál Českého hydrometeorologického ústavu, hodnoty sú z vodomernej stanice Bílovice nad Svitavou. [7]

$Q_m [m^3 \cdot s^{-1}]$						
30	90	150	210	270	355	364
8.21	4.54	3.39	2.69	2.20	1.28	0.91

Tab.1.1. Tabuľka m-denných prietokov

N-ročné prietoky sa spracovávajú z čiar opakovaní ročných kulminačných prietokov pre dobu opakovania $N = 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 \dots$ rokov. Podobne ako m-denné prietoky sa spracovávajú zo siete vodomerných staníc a následne extrapolujú do nemeráných úsekov. N-ročné prietoky sú z publikácie „Hydrologické charakteristiky vybraných vodomerných staníc České republiky“, ktorú vydal ČHMÚ v roku 1996, pri čom aktualizácie boli urobené na základe extrémnych povodní z rokov 1997, 2002, 2006 a na základe rôznych hydrologických štúdií.[6] Vodomerná stanica Bílovice nad Svitavou, z ktorej boli odobrané hodnoty m-denných prietokov pre záujmové územie udáva aj potrebné hodnoty N-ročných prietokov, avšak pozdĺžny profil, ktorý je súčasťou geodetických podkladov má zahrnuté N-ročné prietoky, ktorých hodnoty sa mierne odlišujú od hodnôt z vodomernej stanice. Vzhľadom na to, že ide o pozdĺžny profil konkrétneho úseku, budú hodnoty pravdepodobne presnejšie a použité na výpočet.

$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$						
1	2	5	10	20	50	100
40	56	83	101	123	154	180

Tab. 1.2. Tabuľka N-ročných prietokov

Zájmová oblasť sa nachádza na území mesta Brna, ktoré leží v juhovýchodnej časti Českej republiky v nadmorskej výške od 190 do 470 m n.m.. Z hľadiska klimaticko-geografického členenia Českej republiky, ktorá vymedzuje 3 základné klimatické oblasti – teplá, mierne teplá a chladná spadá Brno do teplej oblasti. Teplá oblasť sa delí ďalej na 5 podoblastí T1 - T5, pri čom T1 je podoblasť najteplejšia a najsuchšia, zatiaľ čo T5 je najchladnejšia a najvlhšia. Brno spadá do podoblasti T2 – T4. [8]

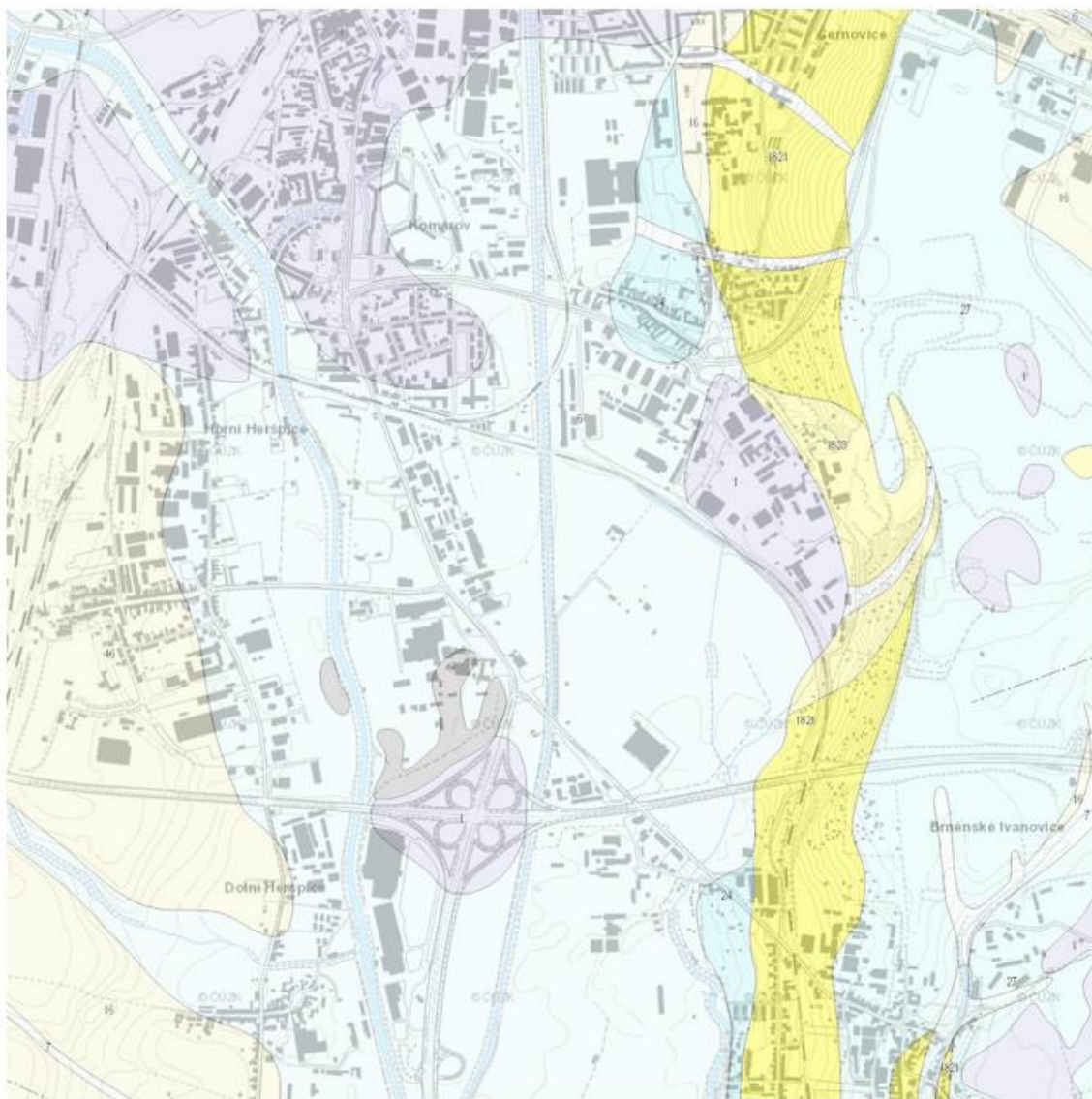
Mesiac	Priemerné maximum	Priemerné minimum	Úhrn zrážok
	[°C]	[°C]	[mm]
Január	0.2	-5.2	24.6
Február	3.1	-3.3	23.8
Marec	8.5	0.2	24.4
Apríl	14.4	3.9	31.5
Máj	19.5	8.3	61
Jún	22.6	11.4	72.2
Júl	24.5	12.7	63.7
August	24.2	12.6	56.3
September	20.2	9.5	37.6
Október	14.1	5	30.7
November	6.6	0.9	37.4
December	1.9	-3	27.1

Tab.1.3. Tabuľka klimatických pomerov

1.4. Geologické údaje

Na území Českej republiky zasahujú dve základné geologické jednotky Český masív a Západné Karpaty. Zájmová oblasť spadá do geologickej jednotky Českého masívu, konkrétne moravsko-sliezskej časti.

Geologické údaje o záujmovej lokalite boli získané z Českej geologickej služby. Súčasťou je podrobná geologická mapa oblasti v mierke 1:50 000.












Obr. 1.1. Podrobná geologická mapa širšej oblasti 1:50 000

Legenda:


KENOZOIKUM

KVARTÉR

-  **navážka, halda, výsypka, odval [ID: 1]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: navážka, halda, výsypka, odval, Typ hornin: sediment nepevněný, Mineralogické složení: proměnlivé, Zrnitost: různá, Barva: různá, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **nivní sediment [ID: 6]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nepevněný, Zrnitost: hlína, písek, štěrk, Poznámka: inundovaný za vyšších vodních stavů, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **smíšený sediment [ID: 7]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: sediment smíšený, Typ hornin: sediment nepevněný, Zrnitost: jemnozrnná převážně, Poznámka: včetně výplavových kuželu, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **slatina, rašelina, hnilokal [ID: 9]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: slatina, rašelina, hnilokal, Typ hornin: sediment nepevněný, Barva: převážně tmavě hnědá, Poznámka: organická hmota, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **spraš a sprašová hlína [ID: 16]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén svrchní, Horniny: spraš, sprašová hlína, Typ hornin: sediment nepevněný, Mineralogické složení: křemen + příměs + CaCO₃, Barva: okrová, Poznámka: místy klastická příměs, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **písek, štěrk [ID: 24]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén střední, Stupeň: riss, Poznámka: Riss nečleněný, Horniny: písek, štěrk, Typ hornin: sediment nepevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: písek, štěrk, Barva: šedohnědá, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **písek, štěrk [ID: 25]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén střední, Stupeň: mindel, Poznámka: Mindel nečleněný, Horniny: písek, štěrk, Typ hornin: sediment nepevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: písek, štěrk, Barva: šedohnědá až rezavá, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **písek, štěrk [ID: 27]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén spodní, pleistocén střední, Poznámka: pleistocén nerozlišený (střední + spodní), Horniny: písek, štěrk, Typ hornin: sediment nepevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: písek, štěrk, Barva: šedohnědá až rezavá, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **písek, štěrk [ID: 28]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén spodní, Poznámka: mladší štěrkopískový pokryv, Horniny: písek, štěrk, Typ hornin: sediment nepevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: písek, štěrk, Barva: šedohnědá až rezavá, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér



MEZOZOIKUM

JURA

-  **vápenec [ID: 321]**
Eratém: mezozoikum, Útvar: jura, Oddělení: jura svrchní-malm, Stupeň: oxford, Poznámka: oxford (event. i malm), Horniny: vápenec, Typ hornin: sediment zpevněný, Poznámka: biotritický, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: jura, Region: jura v Moravském krasu a v okolí Brna

KENOZOIKUM

NEOGEN

-  **vápnitý jíl (těgl), místy s polohami písků [ID: 1821]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: neogén, Oddělení: miocén, Suboddělení: miocén střední, Stupeň: baden, Podstupeň: baden spodní (morav), Horniny: jíl vápnitý, (písek), Typ hornin: sediment nepevněný, Poznámka: vápnitý, podřadně s písky, Soustava: Karpaty, Oblast: karpatská předhlubeň
-  **klastika - písky, štěrky se zpevněnými polohami pískovce, slepence [ID: 1823]**
Eratém: kenozoikum, Útvar: neogén, Oddělení: miocén, Suboddělení: miocén střední, Stupeň: baden, Podstupeň: baden spodní (morav), Horniny: písky, štěrky, (pískovce, slepence), Typ hornin: sediment nepevněný, sediment zpevněný, Poznámka: bazální a okrajová klastika, Soustava: Karpaty, Oblast: karpatská předhlubeň

Obr. 1.2. Legenda k podrobné geologické mapě

Legenda popisuje horniny, které sa nachádzajú v širšej oblasti a do ktorej geologickej éry resp. periódy patria. V záujmovej lokalite, teda v okolí rieky Svitavy tvorí podložie prevažne

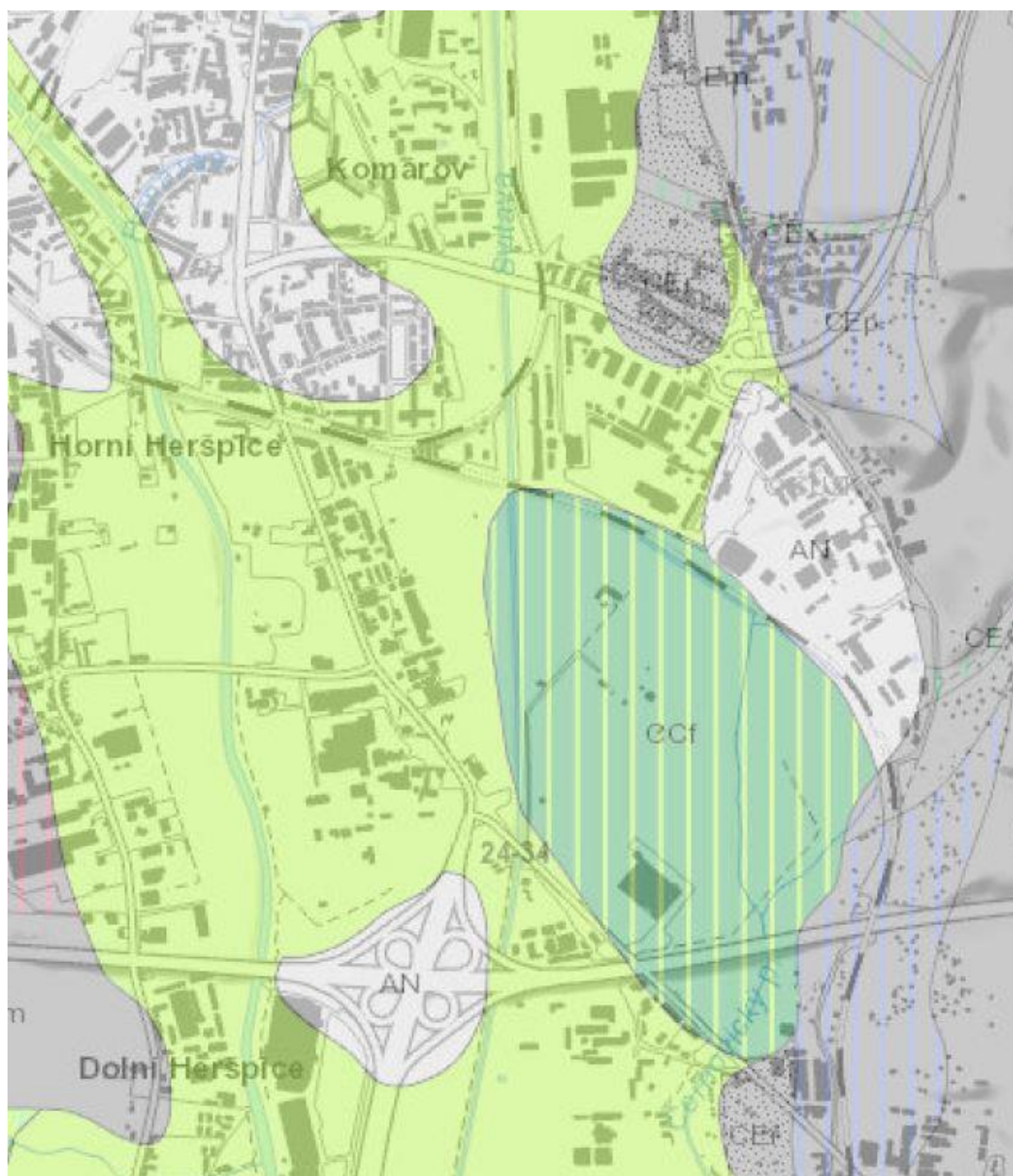
nivný sediment s označením ID:6. Nivný sediment spadá do éry kenozoikum, útvaru kvartér a oddelenia holocén. Tvoria ho horniny hlina, piesok a štrk inundované za vyšších vodných stavov. Územie spadá do sústavy Českého masívu – pokryvné útvary a postvariské magmatity. [9]

Ako súčasť projektu neboli v oblasti vyhotovené žiadne geologické sondy. Územie sa nenachádza v oblasti s miestami s potencionálne problematickou geologickou či pedologickou skladbou. Takisto sa v území nenachádzajú banské oblasti. Mesto Brno spadá do oblasti, kde možno očakávať maximálnu hodnotu 6. stupňa podľa makroseizmickej stupnice MSK-64. [10]

Pedologické pomery širšej oblasti boli zistené z Pôdnej mapy 1:50 000. Z hľadiska pôdných typov sa v blízkom okolí toku vyskytuje najmä fluvizem subtypu modálna s označením FLm a čiernica subtypu fluvická s označením CCf.

Fluvizem je typ pôdy, ktorý sa nachádza v nivách vodných tokov. Vzniká z povodňových sedimentov a je charakteristická vrstevnatosťou a nepravidelnosťou rozloženia organických látok v pôdnom profile. Zrornosť závisí na rýchlosti vodného toku. Vyznačuje sa dobrými fyzikálnymi vlastnosťami. Subtyp modálny označuje stredne ťažké substráty. [15]

Čiernica sa vytvára z nespevnených karbonátových substrátov. Vyznačuje sa čiernickým humusovým horizontom s vyšším obsahom humusu s mierne zrnitou štruktúrou. Fluvický subtyp určuje pôvod zo starých nivných sedimentov s fluvickými znakmi. [15] Ostatné pôdne typy nachádzajúce sa v širšej oblasti toku sú zobrazené na Pôdnej mape 1:50 000 a popísané v legende.



Obr. 1.3. Pôdna mapa 1:50000

hranice půdních typů



půdní typologie (TKSP ČR)

	AN	antropozem
	CCf	černice fluvická
	CCm	černice modální
	CEl	černozem luvická
	CEm	černozem modální
	CEp	černozem pelická
	CEr	černozem arenická
	CEx	černozem černická
	FLm	fluvizem modální
	FLq	fluvizem glejová
	GLf	glej fluvický
	HNm	hnědozem modální
	KAm	kambizem modální
	PRm	pararendzina modální
	RZm	rendzina modální
		vodní plochy

Obr. 1.4. Legenda pôdnej mapy

1.5. Požiadavky na odbery

V blízkosti záujmového úseku sa nachádzajú priestory podniku Pěstování zeleniny – Inocenc Šik. Podnik sa zaoberá pestovaním byliniek, šalátu a zeleniny. [11] Podnik patrí medzi potencionálnych odberateľov z toku Svitavy.

V posudzovanom úseku toku sa nachádza celkom 5 výústí s maximálnym priemerom potrubia 1500 mm. Zhrnuté sú v tabuľke.

Breh	DN [mm]	r. km	kóta dna výuste [m n.m.]
LB	1000	3.363	194.47
PB	1000	3.633	193.45
LB	300	3.871	195.04
LB	1200	3.941	193.67
LB	1500	4.025	193.83

Tab. 1.4. Tabuľka výustí

1.6. Čistota vôd

Kvalitu vody rieky Svitavy ovplyvňujú bodové zdroje znečistenia v blízkosti toku a to najmä obce Svitavy, Březová, Letovice, Blansko, Bílovice, mesto Brno a ostatné obce ležiace pozdĺž rieky. Ako najvýznamnejšie zdroje znečistenia sa uvádzajú zdroje v horných častiach toku pri obci Svitavy. Vysoký podiel na znečistení má veľké množstvo splaškových vôd, vysoký stupeň upravenosti a takisto nízke úrovne prietokov v oblasti. Zdroje znečistenie v horných častiach toku sa tak premietajú aj do dolných častí. V zásade sa dá povedať, že kvalita vody sa zhoršuje v oblastiach, kde rieka preteká cez intravilán obcí a mierne zlepšuje v oblastiach extravilánu.

Podľa normy ČSN 75 7221 (Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vôd), ktorá klasifikuje kvalitu vody z hľadiska čistoty do 5 stupňov Ia, Ib, II, III, IV, môžeme zaradiť aj záujmové územie. Kvalita vody v rieke Svitave vykazuje neuspokojivé parametre a pohybuje sa na hranici triedy II a III. V nadväznosti na predchádzajúci odsek, trieda znečistenia II sa uvádza v oblastiach extravilánu, trieda znečistenia III v oblastiach intravilánu obcí.

1.7. Priemysel

V blízkosti záujmovom úseku sa nachádzajú 2 priemyselné podniky, ktoré stoja za zmienku.

Nová Mosilana, a.s.

Podnik sa nachádza severovýchodne od záujmového úseku Svitavy. Počet zamestnancov je okolo 730. Zaoberá sa výrobou pánskych oblekových a dámskych kostýmových tkanín z vlnených česaných priadzí. Jeho vlastníkom je taliansky koncern Marzotto Group. Podnik Nová Mosilana, a.s. nezaraďujeme medzi zdroje znečistenia rieky Svitavy, vzhľadom na charakter výroby.

SETRA, spol. s.r.o.

Spoločnosť SETRA, spol. s.r.o. sa člení na 3 strediská: Stredisko Brno – Černovice, Stredisko Jihlava a Stredisko Znojmo. V blízkosti záujmového úseku sa nachádza Stredisko Brno – Černovice, sídlo má východne od ľavého brehu Svitavy. Približný počet zamestnancov sa uvádza okolo 26 - 100. Podnik sa zaoberá:

- Recykláciou stavebných sutí, dreva a ťažbou surovín – výroba recyklovaného granulátu (tehlový, živičný a betónový), ktorý sa spätne využíva v stavebnej výrobe.
- Demolácia, zemné práce a kanalizácie – demolácie stavebných objektov s následnou recykláciou sutí, zemné práce veľkého rozsahu a výstavba kanalizačných sietí
- Doprava a mechanizácia – odvoz stavebných materiálov, prevádzka mechanizmov pre zemné a demolačné práce
- Oprava vozidiel a strojov a predaj nafty

Podnik SETRA, spol. s.r.o., resp. Stredisko Brno – Černovice môže byť potencionálnym zdrojom znečistenia pre rieku Svitavu vzhľadom na nečistý charakter vykonávaných prác a výroby.

1.8. Poľnohospodárstvo

Vzhľadom na to, že úsek toku sa nachádza v intraviláne mesta Brno, v okolí nenastáva poľnohospodárska veľkovýroba. Za zmienku však stojí podnik Pěstování zeleniny – Inocenc Šik. Podnik sa zaoberá pestovaním byliniek, šalátu a zeleniny a veľkú časť okolia ľavého brehu záujmovej lokality zaberá poľnohospodárska plocha. [11] Plocha firmy je pokrytá aj závlahovým systémom

1.9. Lesníctvo

Vzhľadom na to, že záujmový úsek sa nachádza v blízkosti intravilánu mesta Brna, lesné celky v okolí netvoria významnú časť pozemkov. Vegetačný doprovod je tvorený prevažne jednotlivo roztrúsenými drevinami po oboch dvoch brehoch, ktoré sú tvorené listnatými stromami. V oblasti sa nenachádza lužný les alebo lesný celok, ktorý je chránený.

1.10. Rekreačné využitie

Z hľadiska rekreačného využitia neposkytuje záujmový úsek toku veľa možností. Splavnosť toku, ktorá je podrobnejšie popísaná v nasledujúcej kapitole je nepriaznivá. V okolí toku sa nachádzajú buď poľnohospodárske plochy firmy Pěstování zeleniny – Inocenc Šik alebo zatrávené plochy, ponad rieku vedú v úseku celkovo 3 mosty cestné alebo železničné a úsek tak z estetického hľadiska nie je vhodný na rekreáciu. Pozdĺž toku však vedie cyklotrasa X144, ktorá je súčasťou Svitavskej cyklotrasy v Brne a pri sútoku Svitavy so Svratkou, ktorá sa nachádza asi 2,5 km od začiatku záujmového úseku sa napája na cyklotrasu 51, ktorá vedie popri Svratke. Záujmová lokalita môže byť takisto zaujímavá aj z hľadiska rybolovu. Úsek Svitavy od Bílovic až po sútok so Svratkou spadá do mimopstruhového revíru veľkosti 29 ha Svitava 1. [14]

1.11. Splavnosť toku

Rieka Svitava je splavná hlavne na jar, prípadne v období dažďov. Obvyklá trasa splavnosti je od obce Chrástová Lhota riečny kilometer 72,8 po Brno v okolí riečného kilometra 7. [12] Záujmový úsek, ktorý sa nachádza medzi riečnymi kilometrami 4,088 – 2,444 teda spadá do časti Svitavy, ktorá obvykle nebýva splavovaná, avšak splavnosť je možná. Úsek patrí do obťažnosti ZW, ktorá charakterizuje pokojný, mierne prúdiaci tok bez prekážok a perejí. [13]

Mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rok 2010	31	10	31	30	31	28	18	23	22	28	16	29
Rok 2011	31	25	15	21	6	1	4	2	1	5	0	0
Rok 2012	9	26	11	0	1	1	1	1	0	0	0	1
Rok 2013	9	16	30	30	24	27	4	4	8	7	2	3
Rok 2014	2	0	0	0	1	0	2	7	28	21	8	28
Rok 2015	22	24	24	26	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 1.5. Počet splavných dní v mesiacoch

1.12. Životné prostredie – súčasný stav

Chránené územia v Česku definuje zákon č. 114/1992 SB., o ochrane prírody a krajiny. Chránené územia sa delia na nasledujúce kategórie: [16]

- Národné parky

- Chránené krajinné oblasti
- Národné prírodné rezervácie
- Prírodné rezervácie
- Národné prírodné pamiatky
- Prírodné pamiatky

Úsek toku nepreteká oblasťou, ktorá by bola klasifikovaná jednou z kategórií chránených území. Vzhľadom na to, že úsek toku preteká intravilánom mesta Brna, antropogénne zásahy v oblasti sú značné, avšak tok nie je výrazne poškodený, v oblasti sa nenachádzajú poddolované územia, oblasti poškodené povodňami, inými živelnými katastrofami alebo haváriami.

Vegetačný doprovod je v súčasnosti tvorený jednotlivými roztrúsenými drevinami po brehoch, s úsekmi v ktorých sa vyskytujú aj dosadby za hrádzou. Medzi prevládajúce dreviny patrí jelša lepkavá, prípadne orech kráľovský. Z ďalších drevín sa tu vyskytuje čerešňa, topoľ, z kríkov baza čierna.



Obr. 1.5. Súčasný stav vegetačného doprovodu

2. TECHNICKÁ SPRÁVA

2.1. Správna orientácia

Názov projektu: Revitalizácia toku Svitava

Lokalizácia: Svitava, r. km. 2,444 - 4,088, katastrálne územie Černovice, okres Brno-Město, Jihomoravský kraj

Číslo vodohospodárskej mapy: 24-34

Číslo pozorovaného hydrologického úseku: 4-15-02-001

Investor: Povodí Moravy, s.p

Dřevařská 11, 601 75 Brno

IČ: 70890013; DIČ: CZ70890013

TEL: +420 541 637 111; FAX: +420 541 211 403

Projektant: Stanislav Grand

Prevádzkovateľ: Povodí Moravy, s.p

Dřevařská 11, 601 75 Brno

IČ: 70890013; DIČ: CZ70890013

TEL: +420 541 637 111; FAX: +420 541 211 403

2.2. Úvodná časť

2.2.3. Účel projektu

Úlohou projektu je zhodnotenie súčasného stavu záujmového úseku rieky Svitavy na riečnom kilometri 2,444 – 4,088, súhrn možných revitalizačných zásahov a návrh revitalizačných úprav vhodných pre danú lokalitu.

2.2.3. Popis lokality

Záujmová lokalita sa nachádza v blízkosti mestských častí Brno - Černovice a Brno - Brněnské Ivanovice. K toku je prístup pomerne jednoduchý, hornú časť záujmového úseku ohraničuje most po ulici Černovická, z dolnej časti je ohraničený mostom po ulici Kaštanová. Pozdĺž toku na ľavom brehu vedie asfaltová cesta, ktorá postupne prechádza v prašnú. Pozdĺž pravého brehu vedie prašná cesta.

2.2.4. Zaisťované podklady

- Vodohospodárska mapa 24-34, M 1:50000
- Situácia záujmového územia, M 1:5000

- Priečne profily r.km. 2,444 - 4,088, M 1:500/200
- Pozdĺžny profil r.km. 2,444 - 4,088, M 1:5000/100
- Hydrologické podklady – rad N-ročných a m-denných prietokov
- Fotodokumentácia

2.3. Popis súčasného stavu

2.3.1. Objekty

Na záujmovom úseku sa nachádzajú celkovo 3 mosty:

- železničný most na r.km. 3,341
- železničný most r.km. 3,614
- most Černovická na r.km. 3,921.

Čo sa týka ďalších objektov na záujmovom úseku, elektrické vedenie vedie ponad koryto v r.km. 2,827, plynové vedenie v r.km. 3,196 a nachádza sa tu celkovo 5 výustí na ľavom aj pravom brehu koryta, ktoré sú zhrnuté v tabuľke 2.1.

Breh	DN [mm]	r. km	kóta dna výuste [m n.m.]
LB	1000	3.363	194.47
PB	1000	3.633	193.45
LB	300	3.871	195.04
LB	1200	3.941	193.67
LB	1500	4.025	193.83

Tab. 2.1. Tabuľka výustí

Na záujmovom úseku sa nenachádza žiadny spádový stupeň, hať ani iný typ objektu, ktorý by mohol spôsobiť vzdutie hladiny.



Obr. 2.1. Most na ulici Černovická

2.3.2. Popis priečneho rezu

Na základe podkladov od Povodia Moravy bol posúdený súčasný stav koryta záujmového úseku. Priečny profil má tvar jednoduchého lichobežníka so sklonmi svahov pohybujúcimi sa okolo hodnoty 1:1,7. Hĺbka koryta sa pohybuje medzi hodnotami 5 - 6 m, šírka v dne okolo hodnoty 8 m. V niektorých úsekoch je tvar lichobežníka značne zdeformovaný. Na posúdenie kapacity koryta bol použitý program HEC-RAS, výpočet prebehol na 14 profiloch. Z posúdenia vyplýva, že koryto prevedie 50-ročnú vodu Q_{50} po celej dĺžke a Q_{100} v značnej časti úseku. Návrh nového koryta s väčšou kapacitou tak nie je nutný.



Obr.2.2. Súčasný stav priečneho rezu

2.3.3. Popis pozdĺžneho sklonu

Celková dĺžka úseku je 1644 m, priemerný pozdĺžny sklon je 1,21‰. V úseku medzi r.km. 2,444 – 3,863 je pozdĺžny sklon 1,69‰, v úseku od r.km. 3,863 – 4,088 0,11‰. V rámci úpravy nedôjde k úprave pozdĺžneho sklonu.



Obr. 2.3. Súčasný stav pozdĺžneho profilu

2.4. Revitalizácia toku

Účelom revitalizácie vodného toku je odstrániť alebo zmierniť negatívne dôsledky úprav z minulosti, príp. obnoviť ekologickú funkciu toku v životnom prostredí so zachovaním pôvodnej funkcie úpravy toku. Z hľadiska rozsahu revitalizačných zásahov rozdeľujeme revitalizáciu vodného toku na čiastočnú a úplnú. [3]

Čiastočná revitalizácia zohľadňuje úpravy v rámci riečneho koryta – po brehovú hranu. V prvom rade ide o návrh vegetačného doprovodu, ktorým výrazne zvýšime ekologickú a biologickú hodnotu riečneho ekosystému. Za čiastočnú revitalizáciu považujeme aj iné zásahy do riečneho koryta, napr. zlepšenie kvality vody, odstránenie migračných bariér, úprava dna, odstránenie nevhodnej technickej stabilizácie a pod.

Úplná revitalizácia vodného toku má za úlohu úpravu riečneho ekosystému v celom rozsahu. Ide o komplexné úpravy zahŕňajúce aj príľahlé pozemky. Jedná sa o oživenie, sprietočnenie odstavených mŕtvych ramien, obnovu vegetačného doprovodu a zaistenie kvalitnej vody v toku.

Základnými dôvodmi revitalizácie toku sú: [3]

- Nevhodné úpravy v minulosti
- Nevyhovujúca kvalita vody
- Ekologické havárie
- Trvalé zníženie m-denných prietokov
- Vysoký stupeň ochrany okolitých pozemkov
- Premnoženie mikroorganizmov
- Objekty na toku
- Nevhodný alebo neprítomný vegetačný doprovod

2.5. Možné druhy revitalizačných zásahov

Pri revitalizačných zásahoch do toku sa riadime určitými zásadami. V prvom rade ide o zaručenie dostatočnej kvality vody, ktorá musí odpovedať aspoň 3. triede jakosti. Zásadným účelom je tiež znovu oživenie vodného toku, podpora procesov samočistenia, zaistenie priepustnosti toku, problematika vedenia trasy, návrh vhodného pozdĺžneho a priečneho profilu, vhodné podmienky pre transport splavenín a návrh vhodného vegetačného doprovodu. Na zaistenie potrebných úprav sa nám ponúka niekoľko možností revitalizačných zásahov: [3]

- Zmena pôdorysného vedenia koryta
- Zmena priečneho profilu
- Jednostranná úprava koryta
- Zmena sklonu brehov
- Zásadná úprava vegetačného doprovodu
- Osadenie balvanov v toku
- Usmerňovacie stavby
- Zmena pozdĺžneho sklonu dna
- Priečne prahy
- Umelé zdrsenie dna
- Balvanitý sklz
- Tôňa
- Stabilizovaný výmol

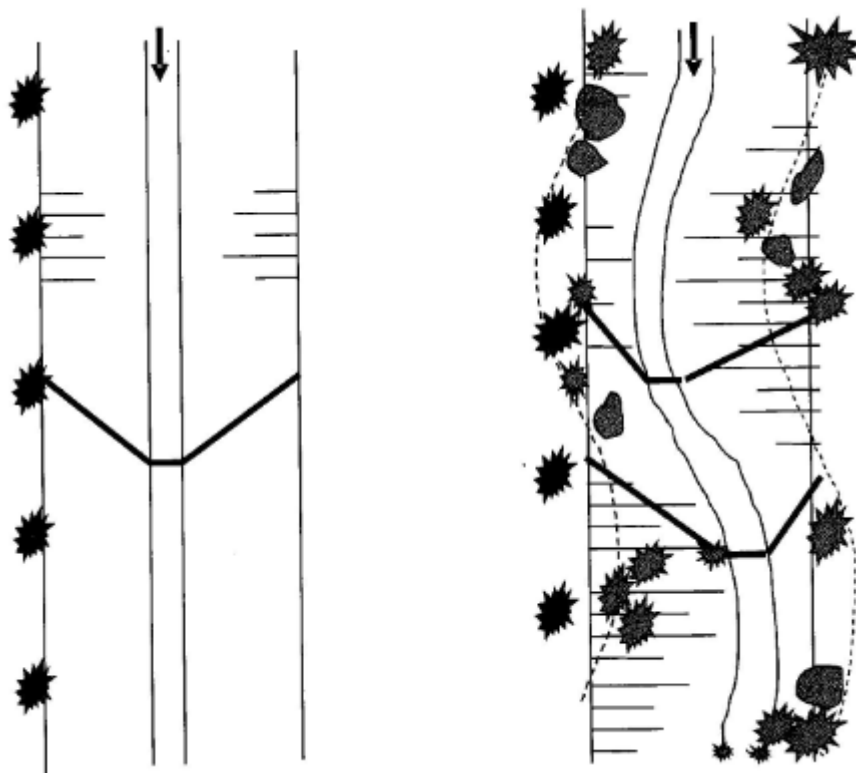
- Spádové stupne
- Rybie úkryty
- Osadenie pňov
- Odťaženie náplavov
- Oživenie odstavených ramien

2.6. Vlastný návrh revitalizačných zásahov

Vzhľadom na súkromné pozemky v okolí toku sme pri možných revitalizačných úpravách priestorovo limitovaní. Pri revitalizačných zásahoch, ktoré by zasahovali mimo pôvodného koryta by bolo nutné vysporiadať sa s majiteľmi. V rámci revitalizačných úprav na záujmovom úseku boli teda vybrané 3 zásahy, ktoré vyhovovali danej lokalite, tvaru priečných profilov a trasy, a ktoré nezasahujú mimo pôvodnej trasy toku.

2.6.1. Zmena priečneho profilu

Pôvodná trasa koryta je vedená ako priama trasa zväčša s jednotným priečnym rezom. Pomocou pozvoľnej zmeny sklonov brehov možno navodiť dojem pravidelného striedania protismerných oblúkov a teda prirodzenejšieho vedenia koryta, bez toho aby sme zasiahli do brehových čiar. [3] Priečny profil v záujmovom úseku toku má sklon brehov na ľavom aj pravom brehu pohybujúci sa okolo hodnoty 1:1,7. Zmenou sklonu na jednom brehu na hodnotu 1:1,5, na druhom brehu na hodnotu 1:2 dôjde k rozvlneniu trasy koryta a navodíme tak prirodzený dojem a odstránime neprirodzený jednotný a priamy tvar koryta. Pri zmene sklonov zároveň nedôjde k narušeniu kapacity koryta, ktorá takmer po celej dĺžke vyhovuje na N-ročný prietok Q_{100} .



Obr. 2.4. Zmena priečných profilov a trasy koryta [3]

2.6.2. Osadenie balvanov v toku

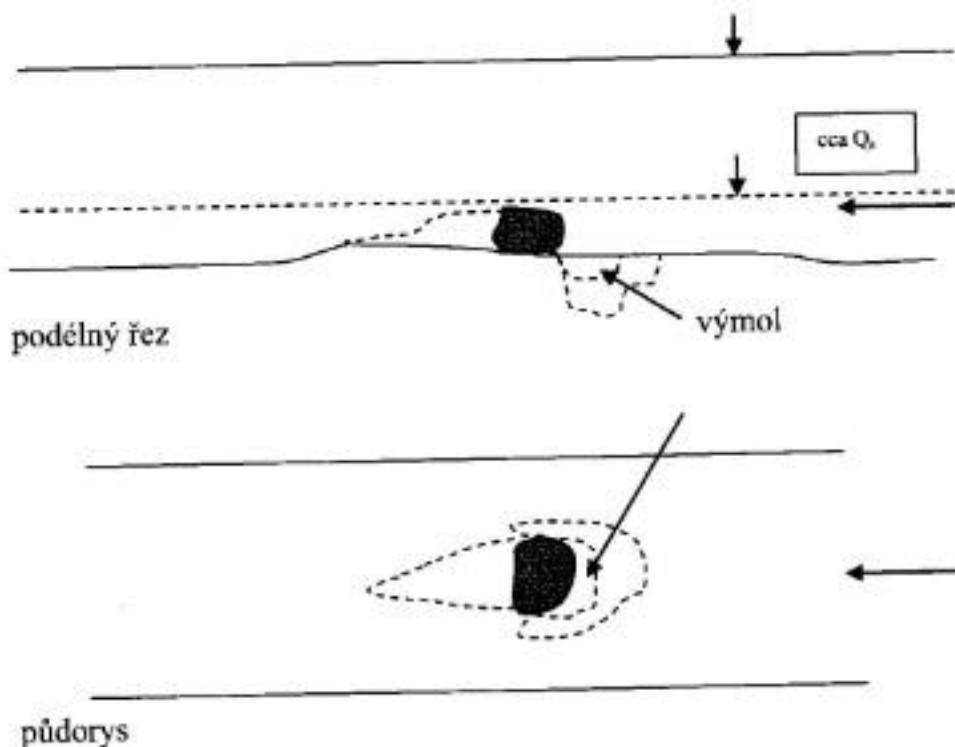
Rozmiestnením balvanov v toku dôjde k zámernému čeraniu hladiny a k tvorbe výmoľov v riečnom koryte v miestach, kde nemôžu ohroziť stavebné objekty. Cieľom je narušenie monotónnej nemennej hladiny, ktorá je spôsobená úpravou toku. Pri osádzaní balvanov na vybrané miesta toku je nutné rešpektovať určité zásady: [3]

- Tvar kameňa výrazne vplýva na pretvorenie dna
- Výmoľ vzniká vplyvom turbulencií pred kameňom
- Za kameňom dochádza k ukladaniu materiálu
- Najhlbšie miesto výmoľu je pred kameňom, výmoľ sa tvorí aj na stranách
- Po osadení kameňa musí byť horná hrana na úrovni dlhodobého priemerného prietoku Q_a
- Osadenie kameňa nie je vhodné v nízinných vodných tokoch, kde je veľkosť efektívneho zrna $d_{ef} < 10\text{mm}$
- Pri výbere veľkosti kameňa môžeme vychádzať zo smernice HDP Návrh balvanitých sklzov

- Vyššie prietoky môžu zmeniť rozmiestnenie kameňov
- Pri osadení balvanov je nutné rešpektovať stavebné objekty, ktoré by mohli byť ohrozené ich prítomnosťou
- Osadenie balvanov sa nepoužíva na splavných tokoch a v blízkosti prístavísk
- Tento typ revitalizačnej úpravy je vhodný v oblastiach, kde bola narušená úkrytová kapacita toku
- Rozmiestnenie kameňov v toku je vhodné kombinovať s inými revitalizačnými zásahmi

Na základe výskumnej úlohy VUT FAST č. 43 (Šlezinger, Olejníková 1993), v rámci ktorej bol sledovaný vplyv tvaru kameňa na pretváranie dna, bol určený kameň guľovitého tvaru, u ktorého neprevyšoval ani jeden z rozmerov za najvhodnejší.

V našom prípade bude umiestnených celkovo 6 balvanov v r. km. 4,082, 3,856, 3,460, 3,255, 2,750 a 2,580. Veľkosť kameňa sa odvíja od dlhodobého priemerného prietoku, priemer balvanu bude okolo 1 – 1,5 m.



Obr. 2.5. Osadenie balvanu [3]

2.6.3. Umelé drsnenie dna

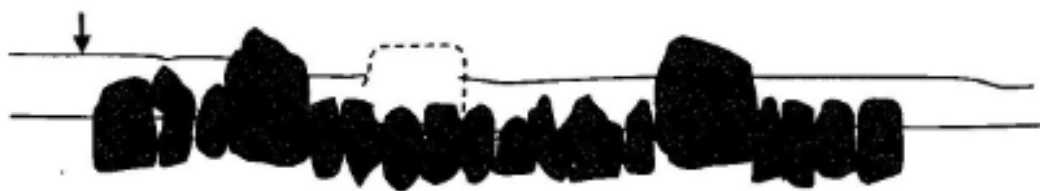
Ďalší z revitalizačných zásahov použitých na záujmovom úseku je umelé zdrsnenie dna. Ide o osadenie kameňov po celej šírke dna v dĺžke jednotiek až desiatok metrov. Účelom je narušenie kludného priebehu, zvlnenie a čerenie hladiny, pri ktorom dochádza k lepšiemu prevzdušňovaniu vodného prúdu. Pri návrhu kameňov a ich uloženia sa nám ponúka niekoľko možností.

Pri uložení kameňov do betónovej lože je nutné prehĺbenie dna a urovnanie podložia. Na urovnané podložie uložíme 0,1 m vrstvu vodostavebného betónu, na ktorú rozmiestnime kamene, ktoré zalejeme do 1/2 až 2/3 výšky. Zabetónovanie kameňov nám zaručí väčšiu stabilitu. [3]

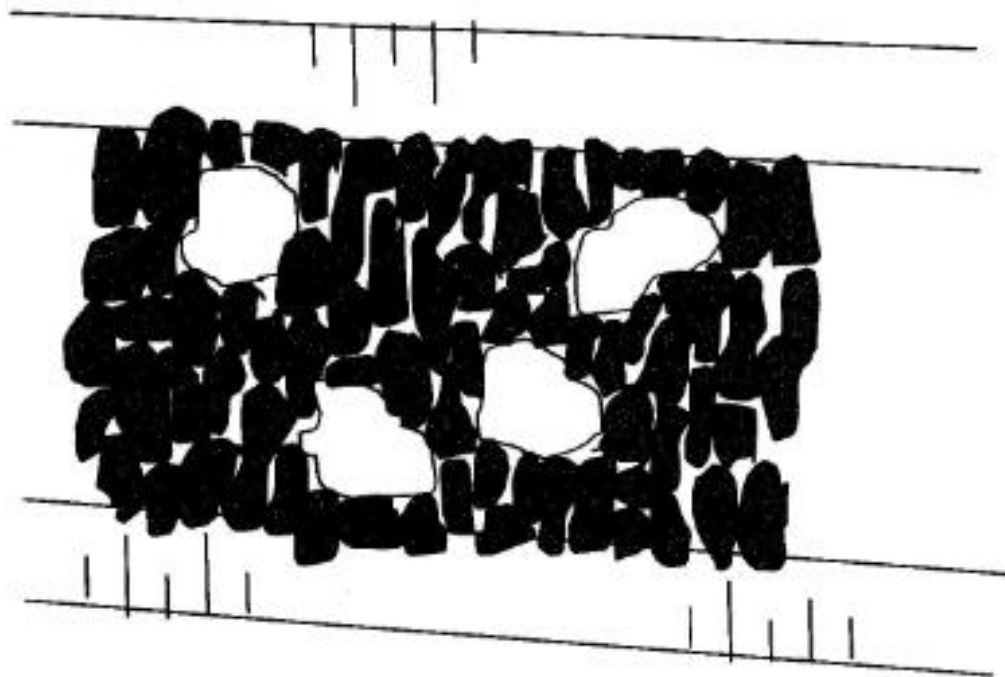
Druhou možnosťou je osadenie kameňov do dna bez použitia betónu. Výhodou je jednoduché prevedenie bez stavebných zásahov do koryta.

Na zdrsnenie dna sa tiež používajú zväzky vrbových výhonkov osadených do vyhlbených jám. Hĺbka jamy je cca 0,5 m, dĺžka výhonkov okolo 1,2 m. Výhonky sa nepravidelne umiestňujú do dna.

V našom prípade budú osadené celkovo 4 úseky s umelým zdrsnením dna. Osadenie kameňov prebehne v celej šírke dna, dĺžka úseku bude 15 m a veľkosť kameňa 0,3 m. Úseky s umelým zdrsnením budú umiestnené tak, aby nezasahovali do objektov na toku a to na r. km. 4,022, 3,690, 3,055, 2,665.



Obr. 2.6. Umelé zdrsnenie dna pozdĺžny rez [3]



Obr. 2.7. Umelé zdrsnenie dna pôdorys [3]

2.7. Vegetačný doprovod

Vegetačný doprovod slúži ako prirodzený biokoridor, spojnica a migračná cesta medzi lesnými celkami. Je neoddeliteľnou súčasťou biotopu riečneho toku a jeho okolia. Je tvorený drevinami a bylinami rastúcimi pozdĺž vodných tokov. [3] Vegetačný doprovod rozdeľujeme na brehovú a doprovodnú porasty, základnými funkciami sú: [5]

- Funkcia protierózna, protiabrázna
- Funkcia protideflačná
- Funkcia ochranná
- Funkcia kvality vody
- Funkcia útočiska fauny
- Funkcia estetická
- Funkcia produkčná
- Funkcia tvorby prirodzeného biokoridoru
- Funkcia rekreačná
- Funkcia hygienická

Súčasný vegetačný doprovod v záujmovom úseku je tvorený jednotlivými drevinami roztrúsenými pozdĺž toku a po brehoch. Na ľavom brehu tvoria väčšinu okolia poľnohospodárske plochy firmy Pěstování zeleniny – Inocenc Šik, prípadne pozemky so súkromnými vlastníkmi, takže dosadby za hrádzou sú zriedkavé. Z drevín sa tu vyskytuje najmä jelša lepkavá, orech kráľovský, čerešňa vtáčia a rôzne druhy vrbových kríkov.

Pri návrhu bude snaha o priblíženie k pôvodnému stavu. V miestach, kde dosahuje výška hrádzí viac ako 0,5 m je možné navrhnuť dosadbu, avšak vzhľadom na zložité majetkové vzťahy pozemkov v okolí môže byť problém s vysporiadaním. V miestach kde hrádze dosahujú malých výšok je možné navrhnuť brehový porast až po úroveň Q_{150d} . Brehový porast bude tvorený vrbou sivou (*Salix eleagnos*).

V oblastiach kde je výška hrádze väčšia ako 0,5m a pozemky ležiace pozdĺž toku umožňujú výsadbu drevín bude doprovodný porast tvorený jelšou lepkavou (*Alnus glutinosa*).

Umiestnenie vegetačného je znázornené v prílohe č. 1 na prehľadnej situácii toku so zakreslením vegetačného doprovodu. Dreviny sú rozmiestnené v skupinách tak, aby sa čo najviac približovali prirodzenému porastu.

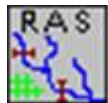
3. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

3.3. Úvod

Výpočet hydrauliky prebehol celkovo v 14 profiloch rieky Svitavy. Geometrické údaje o priečných profiloch boli získané z podkladov od Povodia Moravy, výkres priečných profilov obsahuje celkom 16 zameraných profilov v riečnych kilometroch 2,444 – 4,088 v mierke 1:500/200 a bol vypracovaný za účelom štúdie v roku 2009.

3.4. HEC-RAS

Na výpočet bol použitý program HEC-RAS 4.1.0 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System). Program HEC-RAS je počítačový program na 1D modelovanie prúdenia vody o voľnej hladine v otvorených korytách s možnosťou pridávania objektov na tok. Program bol vyvinutý Ministerstvom Obrany USA, zborom armádnych inžinierov na spravovanie riek, prístavov a iných verejných stavieb týkajúcich sa vodohospodárstva pod ich správou. Program bol sprístupnený verejnosti ako freeware v roku 1995 a našiel široké uplatnenie v obore.



Obr.3.1. Ikona HEC-RAS

Súčasťou programu sú 4 moduly: prúdenie ustálené – steady flow, prúdenie neustálené – unsteady flow, transport sedimentov – sediment transport a kvalita vody – water quality.

3.5. Nerovnomerné ustálené prúdenie

Výpočet prebehol v module steady flow – ustálenom prúdení. Modul rieši výpočet priebehu hladiny v profiloch riečnej siete, prúdenie bystrinné, riečne a ich kombinácie, prúdenie cez objekty (priepust, most, hať) a výstupy poskytuje v podobe pozdĺžneho profilu, 3D modelu koryta, priečných profilov a výslednej tabuľky s charakteristickými veličinami. [2]

Ustálené prúdenie je typ prúdenia, pri ktorom počítame s konštantným prietokom v čase, $Q = \text{konšt.}$ V prírode sa prakticky vyskytuje len prúdenie neustálené, pri ktorom platí, že prietok sa mení v čase, $Q = f(t)$, avšak pre kratšie časové intervaly sa v rámci zjednodušenia

dá počítat' s prúdením ustáleným – nerovnomerným, kde $Q = \text{konšt.}$, ostatné parametre koryta (prietochý profil A , sklon i , profilová rýchlosť v) sú premenné. [2]

Riešenie tohto typu prúdenia sa uskutočňuje pomocou metódy po úsekoch. Otvorené koryto s premenným priečnym profilom sa rozdelí na úseky o dĺžke ΔL_j . Predpokladáme, že prietoché profily a ich rýchlosti v jednotlivých úsekoch sa menia spojite z hodnôt A_i, v_i v hornom profile na hodnoty A_{i+1}, v_{i+1} v dolnom profile. Priemerný pozdĺžny sklon daného úseku je i_{0j} a celková stratová výška mechanickej energie daného úseku je h_{zj} . Pre zrovnávaciu rovinu preloženú dnom dolného profilu potom z Bernoulliho rovnice vyplýva: [1]

$$i_{0j} \Delta L_j + h_i + \frac{\alpha v_i^2}{2g} = h_{i+1} + \frac{\alpha v_{i+1}^2}{2g} + h_{zj} \quad (3.1)$$

i_{0j} priemerný pozdĺžny sklon koryta

ΔL_j elementárny úsek

h_i hĺbka vody v hornom profile

α Coriolisovo číslo

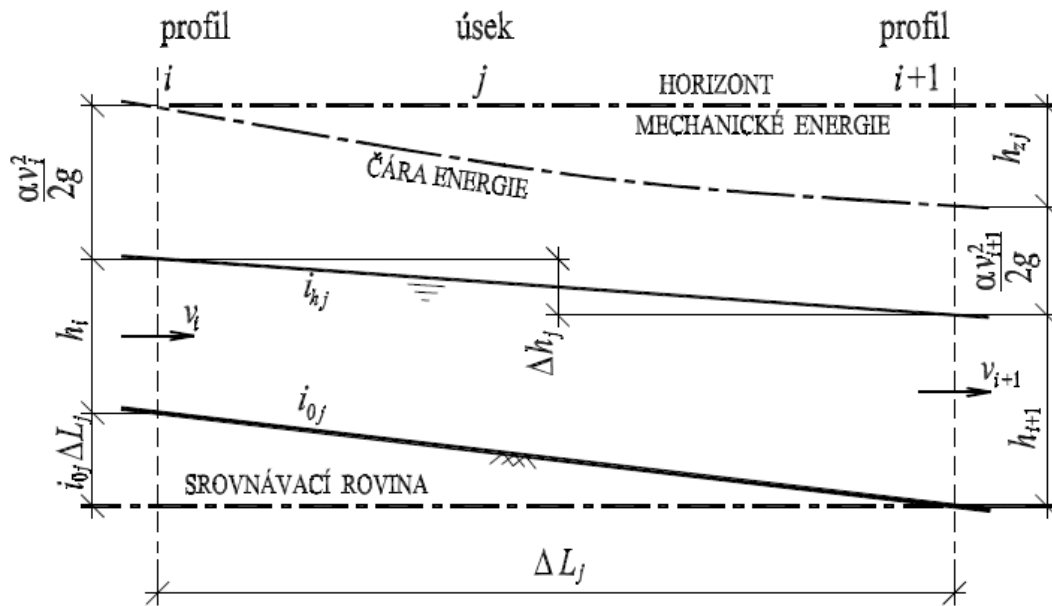
g tiažové zrýchlenie

v_i stredná profilová rýchlosť v hornom profile

h_{i+1} hĺbka vody v dolnom profile

v_{i+1} stredná profilová rýchlosť v dolnom profile

h_{zj} celkové straty: straty miestne tvorené zmenami prietochých profilov a straty trením spôsobené trením o steny vedenia a vnútorným trením medzi jednotlivými prúdovými vláknami



Obr. 3.2. Schéma výpočtu nerovnomerného ustáleného prúdenia [1]

3.6. Posúdenie priečných profilov súčasného stavu

Potup práce pri posúdení priečných profilov prebiehal nasledovne. Prvým krokom bolo nahodenie geometrických údajov o priečných profiloch do programu. HEC-RAS vyžaduje hodnoty staničenia a nadmorskej výšky, ktoré boli dostupné z podkladov od Povodia Moravy. Následne bolo nutné určiť drsnosť koryta. Na základe citlivého odhadu, katalógu drsností koryta a konzultácie s vedúcim práce bola hodnota súčiniteľa drsnosti podľa Manninga určená v dne $n = 0,03$ a vo svahoch $0,04$. V ďalšom kroku došlo k interpolácii priečných profilov medzi skutočnými priečnymi profilmi na spresnenie výpočtu. Výpočet hladín prebehol pre hodnoty N-ročných prietokov, ako okrajová podmienka bola nastavená Normal Depth – zadávanie sklonu dna v dolnom profile toku.

$Q_N [m^3.s^{-1}]$						
1	2	5	10	20	50	100
40	56	83	101	123	154	180

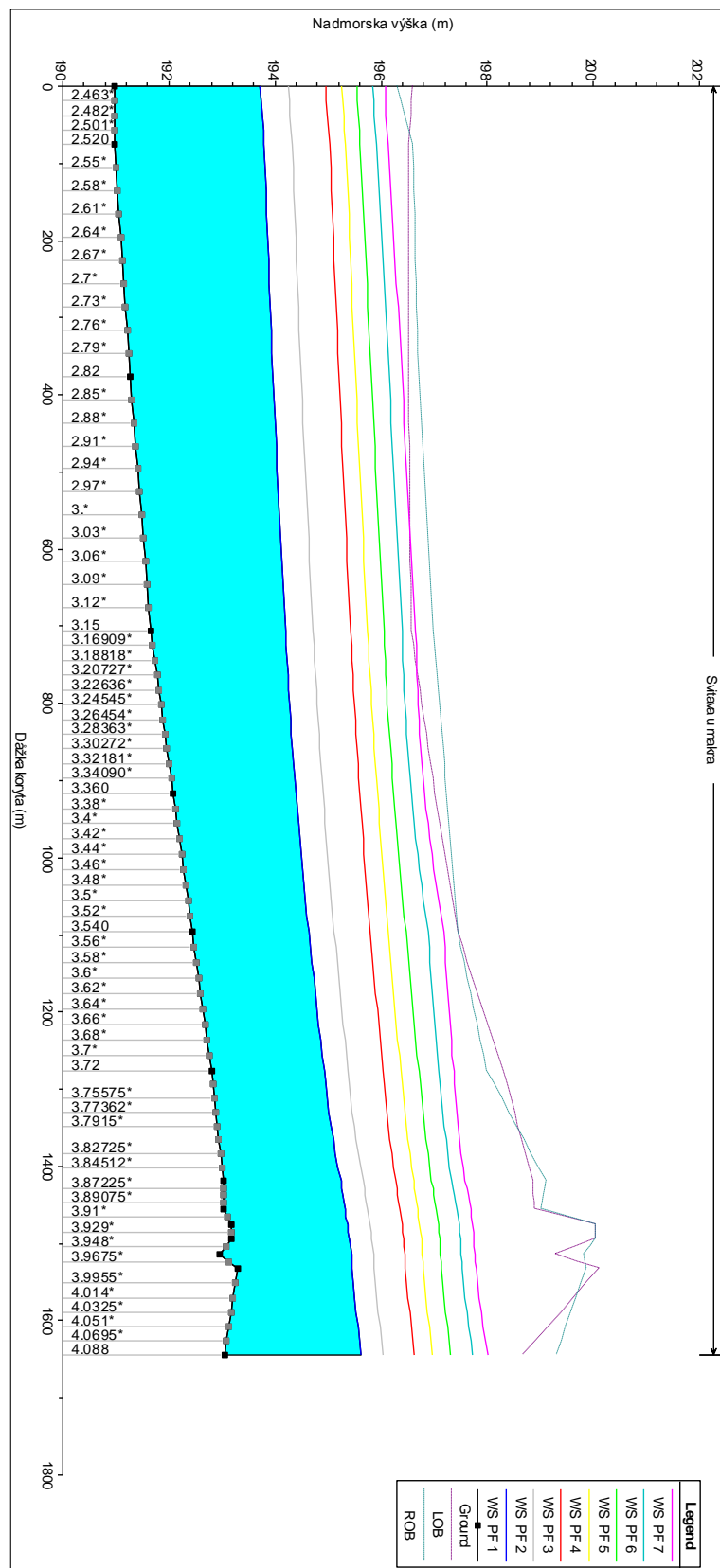
Tab. 3.1. Hodnoty N-ročných prietokov

Následne bol skontrolovaný priebeh hladín v jednotlivých priečných profiloch, nastavené pasívne plochy na ľavých alebo pravých brehoch - inefektívne plochy (Ineffective Flow Areas) a znova spustený výpočet.

Výstupom výpočtu je pozdĺžny profil toku s priebehom hladín pre Q_1 - Q_{100} , priebehy hladín v jednotlivých posudzovaných profiloch a tabuľky obsahujúce veličiny charakterizujúce priečne profily a prúdenie v nich.

Legenda skratiek a označení v hydrotechnických výpočtoch:

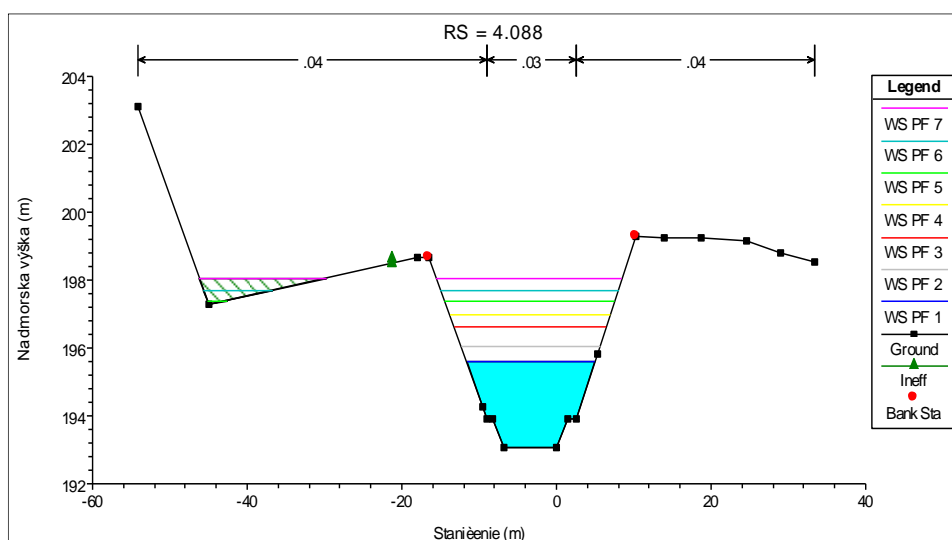
WS PF7	úroveň hladiny pri Q_{100}
WS PF6	úroveň hladiny pri Q_{50}
WS PF5	úroveň hladiny pri Q_{20}
WS PF4	úroveň hladiny pri Q_{10}
WS PF3	úroveň hladiny pri Q_5
WS PF2	úroveň hladiny pri Q_2
WS PF1	úroveň hladiny pri Q_1
Ground	dno
LOB	ľavý breh
ROB	pravý breh
Q	hodnota prietoku
v	profilová rýchlosť
A	prietoková plocha
B	šírka v hladine
Fr	Freudovo kritérium



Obr. 3.3. Pozdĺžny profil a priebeh hladín

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	193.05	195.62	1.29	30.98	16.63	0.3
Q ₂	56	193.05	196.04	1.47	38.21	17.91	0.32
Q ₅	83	193.05	196.63	1.68	49.46	19.74	0.34
Q ₁₀	101	193.05	196.97	1.8	56.19	20.75	0.35
Q ₂₀	123	193.05	197.32	1.93	63.67	22.83	0.36
Q ₅₀	154	193.05	197.73	2.1	75.06	32.74	0.38
Q ₁₀₀	180	193.05	198.01	2.23	85.44	39.67	0.39

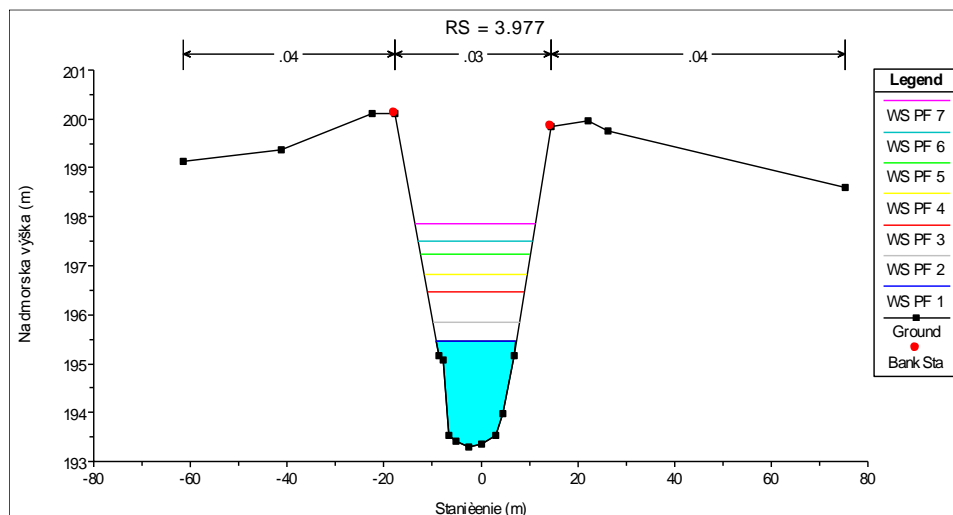
Tab. 3.2. Profil P39, riečny kilometer 4,088 – výpočty



Obr. 3.4. Profil P39, riečny kilometer 4,088

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	193.29	195.44	1.54	25.96	16.51	0.39
Q ₂	56	193.29	195.86	1.69	33.09	17.94	0.4
Q ₅	83	193.29	196.46	1.87	44.45	20	0.4
Q ₁₀	101	193.29	196.79	1.97	51.27	21.15	0.4
Q ₂₀	123	193.29	197.14	2.09	58.8	22.34	0.41
Q ₅₀	154	193.29	197.53	2.27	67.86	23.7	0.43
Q ₁₀₀	180	193.29	197.79	2.43	74.13	24.6	0.45

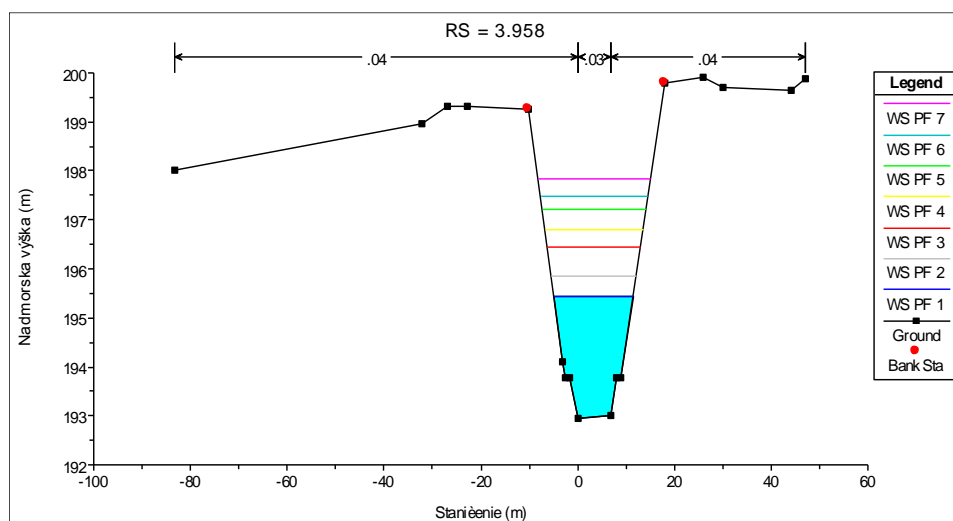
Tab. 3.3. Profil P310, riečny kilometer 3,977- výpočty



Obr. 3.5. Profil P310, riečny kilometer 3,977

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	[m n.m.]	[m n.m.]	[$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	[m^2]	[m]	[-]
Q_1	40	192.96	195.44	1.34	29.81	16.33	0.32
Q_2	56	192.96	195.85	1.52	36.78	17.51	0.34
Q_5	83	192.96	196.45	1.74	47.72	19.22	0.35
Q_{10}	101	192.96	196.78	1.86	54.2	20.17	0.36
Q_{20}	123	192.96	197.12	2.01	61.3	21.15	0.38
Q_{50}	154	192.96	197.51	2.21	69.74	22.27	0.4
Q_{100}	180	192.96	197.77	2.38	75.51	23	0.42

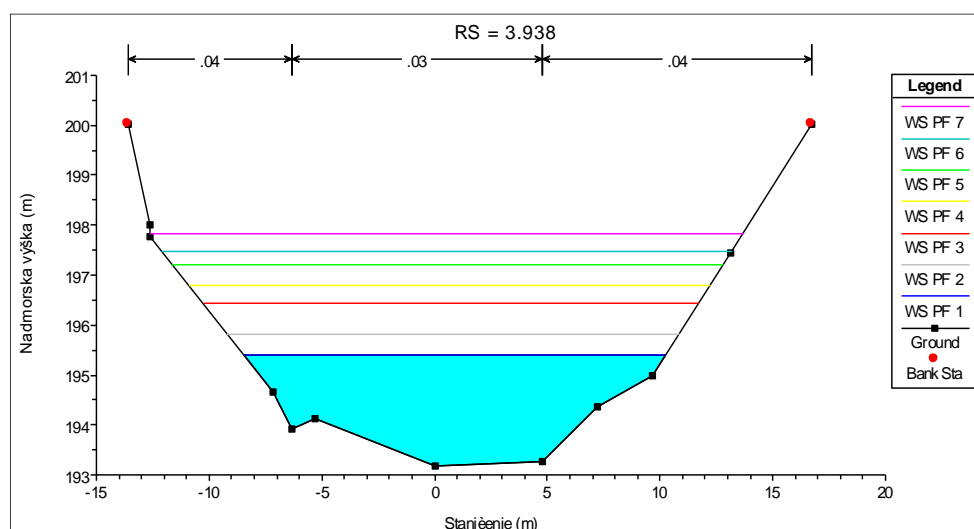
Tab. 3.4. Profil P38, riečny kilometer 3,958 – výpočty



Obr. 3.6. Profil P38, riečny kilometer 3,958

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	193.18	195.4	1.41	28.3	18.74	0.37
Q ₂	56	193.18	195.82	1.54	36.43	20.07	0.36
Q ₅	83	193.18	196.43	1.69	49.16	21.99	0.36
Q ₁₀	101	193.18	196.76	1.78	56.64	23.05	0.36
Q ₂₀	123	193.18	197.11	1.9	64.84	24.15	0.37
Q ₅₀	154	193.18	197.5	2.07	74.57	25.4	0.38
Q ₁₀₀	180	193.18	197.76	2.22	81.21	26.2	0.4

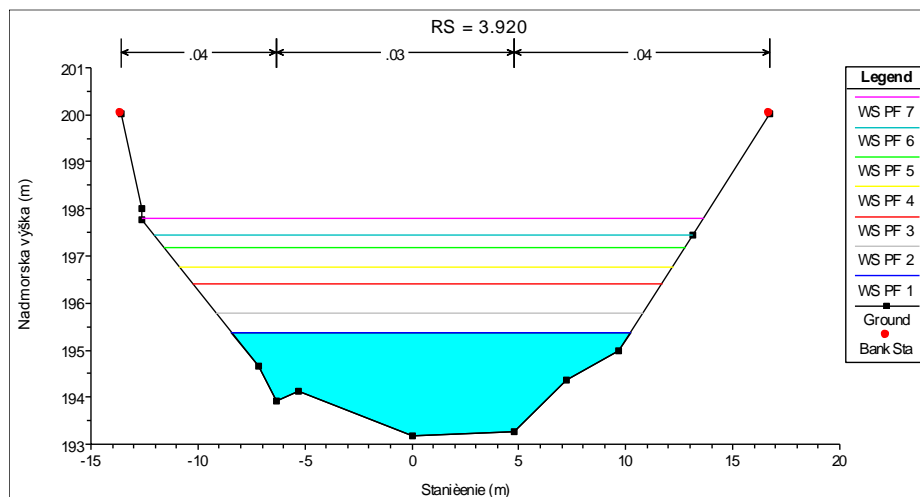
Tab. 3.5. Profil P37, riečny kilometer 3,938 – výpočty



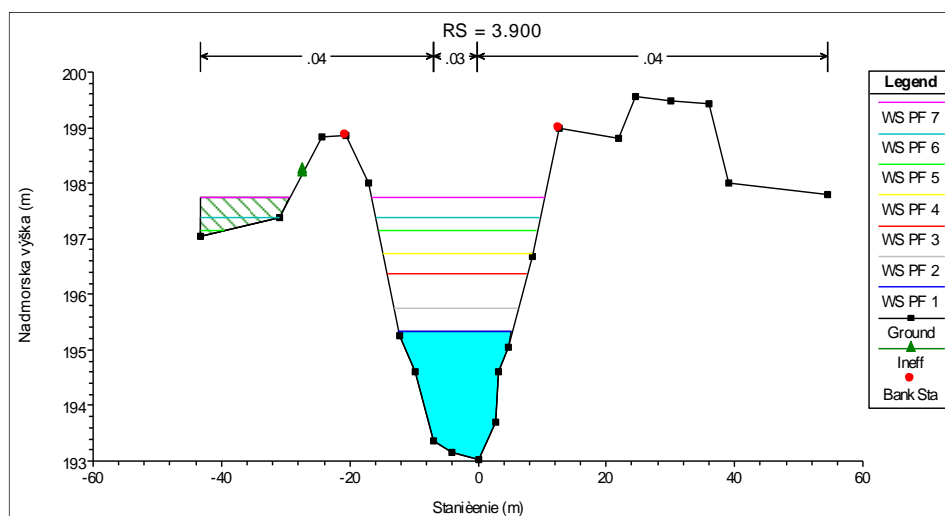
Obr. 3.7. Profil P37, riečny kilometer 3,938

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	193.18	195.37	1.44	27.71	18.63	0.38
Q ₂	56	193.18	195.79	1.56	35.82	19.97	0.37
Q ₅	83	193.18	196.4	1.71	48.53	21.9	0.37
Q ₁₀	101	193.18	196.73	1.8	55.99	22.96	0.37
Q ₂₀	123	193.18	197.08	1.92	64.13	24.06	0.37
Q ₅₀	154	193.18	197.47	2.09	73.77	25.3	0.39
Q ₁₀₀	180	193.18	197.72	2.24	80.3	26.09	0.41

Tab. 3.6. Profil P36, riečny kilometer 3,920 – výpočty

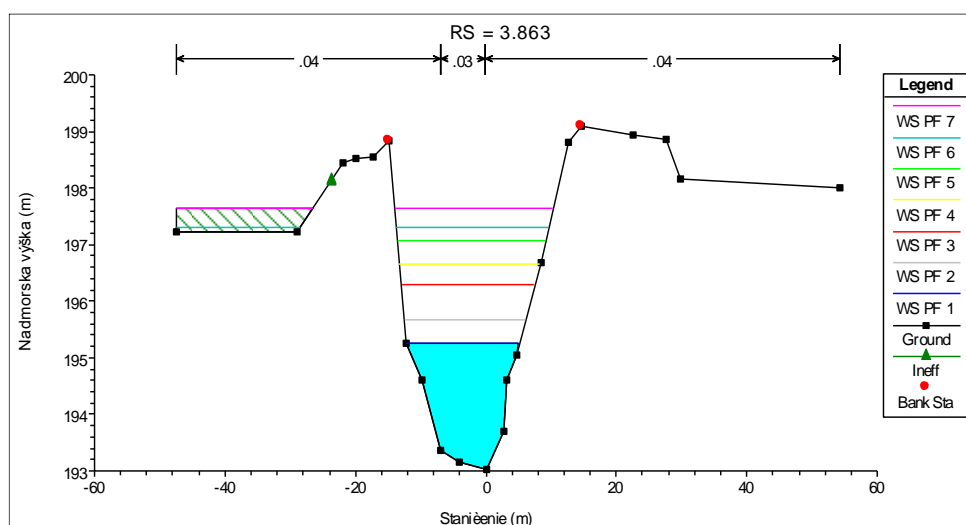


Q _N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	193.03	195.32	1.5	26.61	17.58	0.39
Q ₂	56	193.03	195.75	1.63	34.38	19.29	0.39
Q ₅	83	193.03	196.36	1.77	46.93	21.77	0.38
Q ₁₀	101	193.03	196.69	1.86	54.42	23.13	0.39
Q ₂₀	123	193.03	197.04	1.96	62.66	24.38	0.39
Q ₅₀	154	193.03	197.43	2.11	75.16	38.19	0.4
Q ₁₀₀	180	193.03	197.69	2.22	85.38	40.31	0.41



Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	193.03	195.24	1.59	25.19	17.24	0.42
Q ₂	56	193.03	195.67	1.71	32.78	18.54	0.41
Q ₅	83	193.03	196.28	1.86	44.73	20.41	0.4
Q ₁₀	101	193.03	196.61	1.96	51.65	21.41	0.4
Q ₂₀	123	193.03	196.95	2.08	59.12	22.37	0.41
Q ₅₀	154	193.03	197.33	2.26	69.91	42.59	0.42
Q ₁₀₀	180	193.03	197.59	2.38	81.12	44.8	0.43

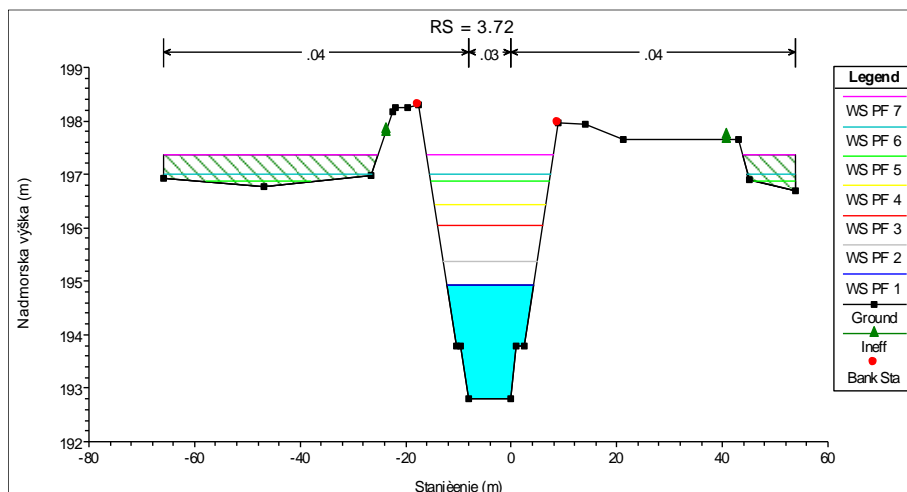
Tab. 3.8. Profil P34, riečny kilometer 3,863 – výpočty



Obr. 3.10. Profil P34, riečny kilometer 3,863

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	192.8	194.93	1.55	25.88	16.51	0.39
Q ₂	56	192.8	195.38	1.66	33.69	17.93	0.39
Q ₅	83	192.8	196.04	1.8	46.1	19.97	0.38
Q ₁₀	101	192.8	196.37	1.9	53.03	21.02	0.38
Q ₂₀	123	192.8	196.71	2.04	60.34	23.4	0.39
Q ₅₀	154	192.8	197.1	2.16	80.73	72.29	0.4
Q ₁₀₀	180	192.8	197.38	2.16	101.5	74.86	0.39

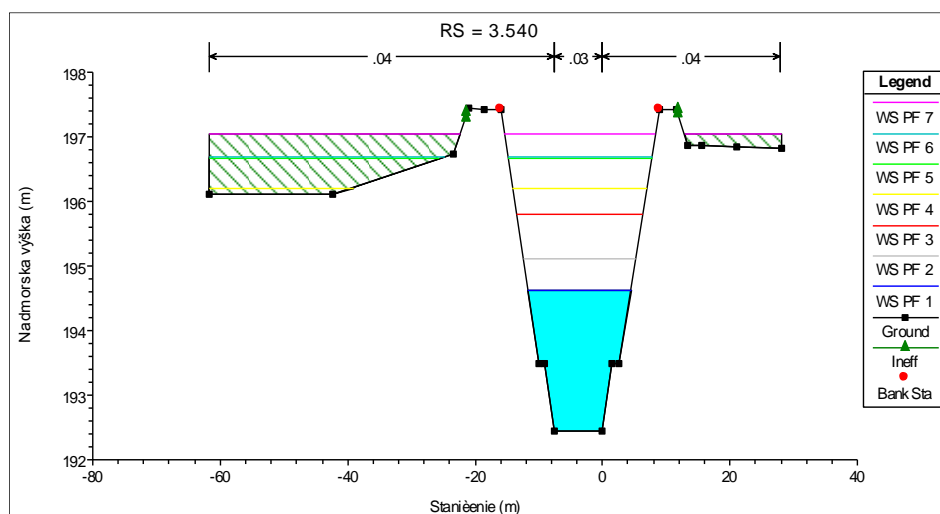
Tab. 3.9. Profil P33, riečny kilometer 3,720 – výpočty



Obr. 3.11. Profil P33, riečny kilometer 3,720

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	[m n.m.]	[m n.m.]	[$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	[m^2]	[m]	[-]
Q_1	40	192.44	194.63	1.55	25.85	16.18	0.39
Q_2	56	192.44	195.12	1.65	34.03	17.71	0.38
Q_5	83	192.44	195.8	1.77	46.81	19.86	0.37
Q_{10}	101	192.44	196.13	1.88	54.15	41.22	0.38
Q_{20}	123	192.44	196.48	1.95	70.34	52.71	0.37
Q_{50}	154	192.44	196.89	1.96	95.21	76.83	0.36
Q_{100}	180	192.44	197.19	1.92	118.7	79.77	0.34

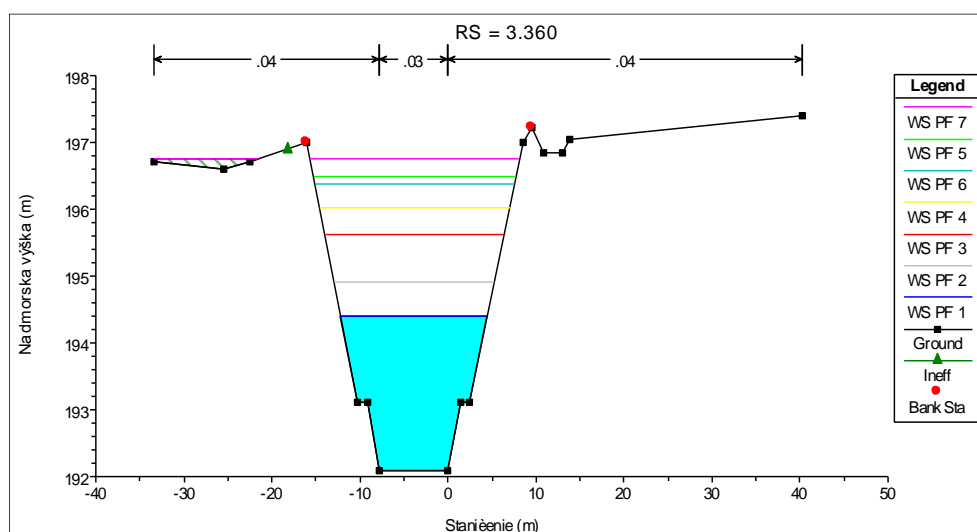
Tab. 3.10. Profil P32, riečny kilometer 3,540 – výpočty



Obr. 3.12. Profil P32, riečny kilometer 3,540

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	192.08	194.39	1.4	28.52	16.68	0.34
Q ₂	56	192.08	194.9	1.5	37.39	18.21	0.33
Q ₅	83	192.08	195.6	1.63	50.85	20.31	0.33
Q ₁₀	101	192.08	195.93	1.75	57.66	21.29	0.34
Q ₂₀	123	192.08	196.24	1.91	64.39	22.22	0.36
Q ₅₀	154	192.08	196.58	2.14	72.06	23.23	0.39
Q ₁₀₀	180	192.08	196.81	2.31	79.51	37.12	0.41

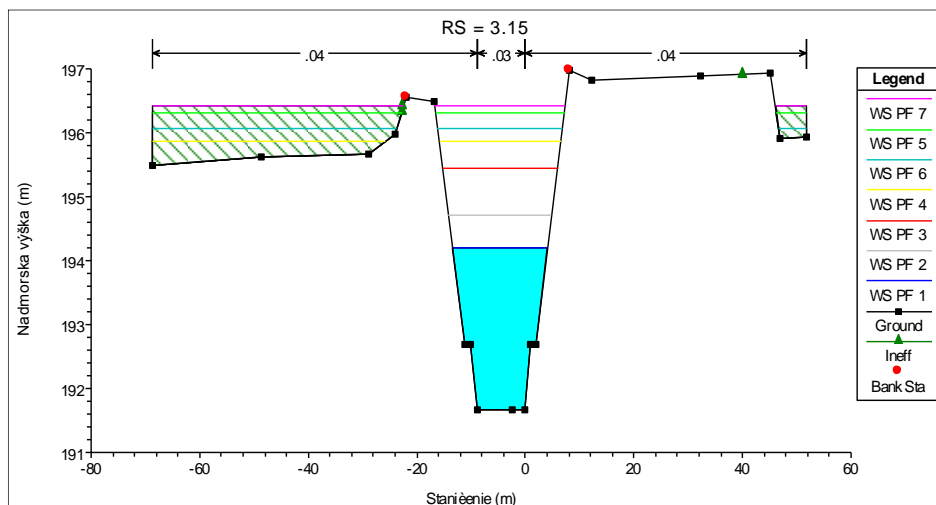
Tab. 3.11. Profil P31, riečny kilometer 3,360 – výpočty



Obr. 3.13. Profil P31, riečny kilometer 3,360

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	191.66	194.2	1.2	33.23	17.52	0.28
Q ₂	56	191.66	194.72	1.31	42.8	19.06	0.28
Q ₅	83	191.66	195.43	1.46	57.04	21.15	0.28
Q ₁₀	101	191.66	195.75	1.56	69.9	62.98	0.29
Q ₂₀	123	191.66	196.06	1.62	90.79	72.95	0.29
Q ₅₀	154	191.66	196.4	1.66	116.4	75.85	0.29
Q ₁₀₀	180	191.66	196.66	1.64	136.8	82.59	0.31

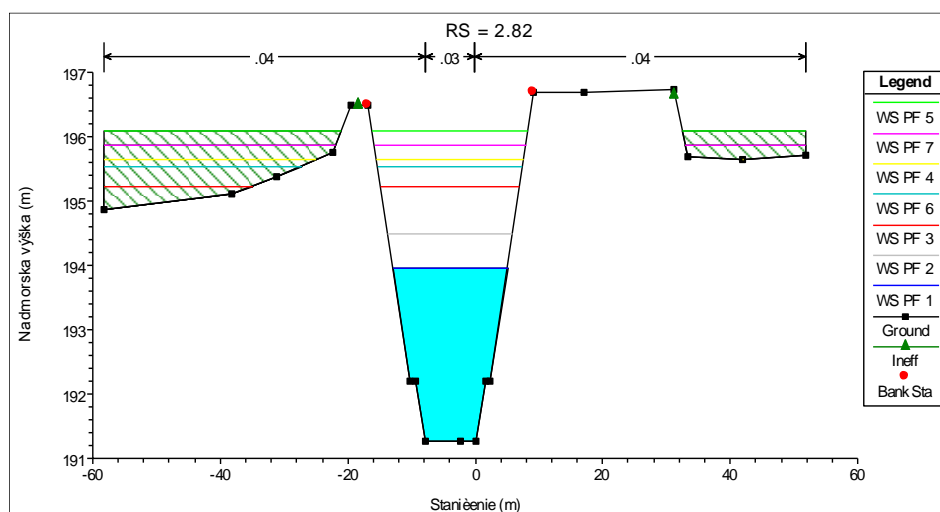
Tab. 3.12. Profil P30, riečny kilometer 3,150 – výpočty



Obr. 3.14. Profil P30, riečny kilometer 3,150

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	191.27	193.96	1.12	35.81	18.04	0.25
Q ₂	56	191.27	194.5	1.22	45.81	19.65	0.26
Q ₅	83	191.27	195.21	1.35	65.22	44.45	0.26
Q ₁₀	101	191.27	195.52	1.42	80.64	53.18	0.26
Q ₂₀	123	191.27	195.82	1.49	100.5	78.56	0.27
Q ₅₀	154	191.27	196.16	1.54	127.5	81.69	0.27
Q ₁₀₀	180	191.27	196.4	1.57	147.6	83.95	0.27

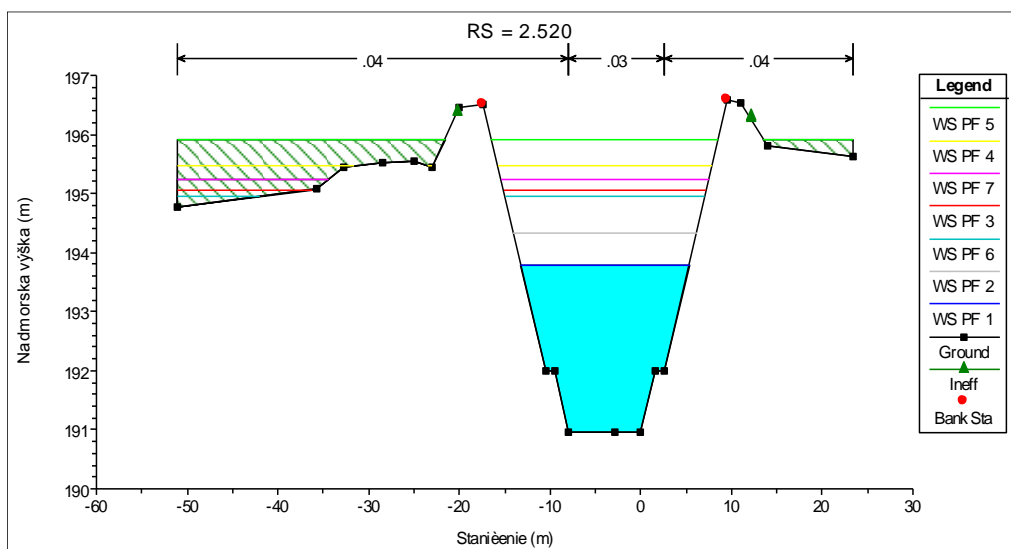
Tab. 3.13. Profil P29, riečny kilometer 2,820 – výpočty



Obr. 3.15. Profil P29, riečny kilometer 2,820

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	190.97	193.8	1.05	38.08	18.54	0.23
Q ₂	56	190.97	194.33	1.16	48.38	20.18	0.24
Q ₅	83	190.97	195.04	1.3	65.32	36.11	0.25
Q ₁₀	101	190.97	195.34	1.41	77.02	40.73	0.26
Q ₂₀	123	190.97	195.61	1.54	89.41	52.71	0.28
Q ₅₀	154	190.97	195.91	1.68	107.5	64.36	0.29
Q ₁₀₀	180	190.97	196.13	1.77	122.2	66.64	0.3

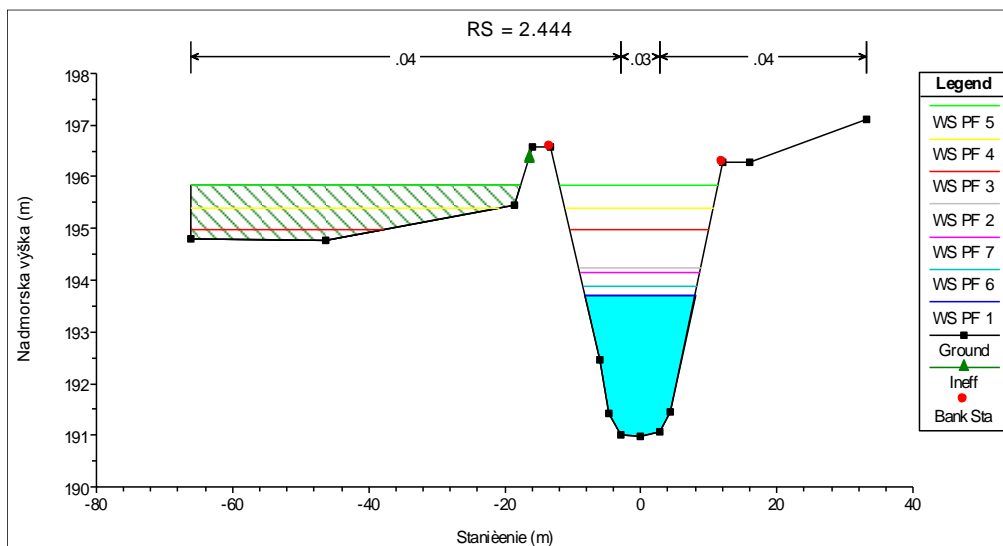
Tab. 3.14. Profil P28, riečny kilometer 2,520 – výpočty



Obr. 3.16. Profil P28, riečny kilometer 2,520

Q_N	Q	min. výška	kóta hladiny	v	A	B	Fr
	[m ³ .s ⁻¹]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m.s ⁻¹]	[m ²]	[m]	[-]
Q ₁	40	190.98	193.72	1.26	31.62	16.24	0.29
Q ₂	56	190.98	194.24	1.38	40.69	18.04	0.29
Q ₅	83	190.98	194.95	1.51	58.29	48.04	0.3
Q ₁₀	101	190.98	195.26	1.57	75.1	61.64	0.3
Q ₂₀	123	190.98	195.54	1.62	94.12	70.33	0.3
Q ₅₀	154	190.98	195.85	1.67	116.3	72.11	0.3
Q ₁₀₀	180	190.98	196.08	1.71	132.9	73.42	0.3

Tab. 3.15. Profil P307, riečny kilometer 2,444 – výpočty



Obr. 3.17. Profil P307, říční kilometer 2,444

ZÁVER

Úprava vodných tokov je nepostrádateľnou súčasťou protipovodňovej ochrany, prostriedkom na zabezpečenie ochrany obyvateľstva a majetku. Antropogénne zásahy do riečnej siete však výrazne ovplyvňujú riečny ekosystém a je preto dôležité dbať na vplyv úprav na životné prostredie. Revitalizácia toku slúži na odstránenie alebo zmiernenie negatívnych dôsledkov úprav, ktoré boli v minulosti nevhodne prevedené a ohrozujú ekologickú funkciu toku v životnom prostredí.

Predmetom projektu bol úsek toku Svitavy v riečnych kilometroch 2,444 – 4,088. Trasa koryta je priama, priečne profily jednotné po celej dĺžke, vegetačný doprovod narušený a tok tak pôsobí neprirodzeným dojmom. V rámci projektu boli zhrnuté možné revitalizačné úpravy na tokoch. Vzhľadom na súkromné pozemky v okolí toku a z toho vyplývajúce priestorové obmedzenie boli navrhnuté 3 typy revitalizačných úprav vhodné pre konkrétny úsek. Prvým zásahom bude zmena priečných profilov. Súčasné sklony svahov sa pohybujú pri hodnote 1:1,7 na oboch dvoch brehoch, po upravení svahov na sklon 1:1,5 na jednej strane a 1:2 na druhej strane so striedaním po dĺžke dôjde k rozvlneniu trasy a navodí sa tak prirodzenejší dojem. Druhou revitalizačnou úpravou bolo osadenie jednotlivých balvanov do toku na 6 miestach, kde nemôže dôjsť k ohrozeniu objektov na toku. Účelom úpravy je narušenie monotónnej hladiny spôsobenej úpravou a tvorba výmoľov, ktoré môžu slúžiť ako úkrytová zóna. Treťou úpravou bolo umelé zdrsenie dna na 4 miestach po celej šírke koryta pomocou rozmiestnenia kameňov. Účelom je narušenie kludného priebehu, zvlnenie a čerenie hladiny, vďaka ktorému dochádza k prevzdušňovaniu vodného prúdu. V rámci projektu bola tiež riešená obnova vegetačného doprovodu. Bol navrhnutý brehový porast v miestach, kde nám to dovoľuje výška hrádzí a doprovodný porast pozdĺž toku.

Navrhnutými úpravami dôjde k čiastočnému obnoveniu prirodzeného stavu toku bez toho, aby sme zasahovali do kapacity koryta a pôvodná funkcia úpravy – protipovodňová ochrana tak zostane zachovaná.

Dátum: 24.5.2015

Podpis:

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] JANDORA, J., ŠULC, J. *Hydraulika*. Brno: Akademické nakladatelství CERM
® 2006. 178 s.
- [2] JANDORA, J., UHMANOVÁ, H. *Proudění v systémech říčních koryt*. Brno:
Akademické nakladatelství CERM®, 2006. ISBN 80-214-1160-0
- [3] ŠLEZINGR, M. *Revitalizace toků: Příspěvek k problematice úprav vodních
toků*. I vydání. Brno: VUTIUM, 2010. 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9
- [4] ŠLEZINGR, M. *Základy projektové činnosti - obrazový přehled návrhů stabilizace
břehů pomocí břehové armatury*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300
Brno, 2013. ISBN 978-80-7375-833-2.
- [5] ŠLEZINGR, M. *Hydrotechnické stavby I*. Brno: VUT v Brně, 2006.
- [6] Voda.chmi.cz. *Portál ČHMÚ* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://voda.chmi.cz/opv/qn.html>
- [7] Voda.chmi.cz. *Portál ČHMÚ* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://voda.chmi.cz/opv/doc/qm.pdf>
- [8] Klimatické regiony ČR. *SISPO* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>
- [9] Regionální geologie ČR. *Geotech.fce.vutbr.cz* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/REGGEOL.htm>
- [10] Seismicita. *Geofyzikální ústav Akademie věd ČR, v.v.i.* [online]. [cit. 2015-05-18].
Dostupné z: <https://www.ig.cas.cz/userdata/files/popular/Seismicita.pdf>
- [11] ZELENINA ŠIK. *Katalog firem, telefonní seznam - Zlaté Stránky* [online]. [cit. 2015-
05-18]. Dostupné z:
<http://www.zlatestranky.cz/firmy/Brno/H1215671/ZELENINA+%C5%A0IK/>
- [12] Řeka Svitava, země ČR - Morava. *Vodácky průvodce www.raft.cz* [online]. [cit. 2015-
05-18]. Dostupné z: <http://www.raft.cz/morava/svitava.aspx>
- [13] Obtížnost. *Vodácky průvodce www.raft.cz* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z:
<http://www.raft.cz/obtiznost.aspx>

- [14] Svitava 1. *MRK.cz - Stále na rybách - ryby a rybaření* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.mrk.cz/rybarske-reviry.php?id=1429>
- [15] Klasifikace půd. *ZEMĚPIS - Informace o České republice a celém světě - Geografický server* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.zemepis.com/klaspud.php>
- [16] Chráněná území v Česku. *Wikipedie - otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Chr%C3%A1n%C4%9Bn%C3%A1_%C3%BAzem%C3%AD_v_%C4%8Cesku

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1.1. Podrobná geologická mapa širšej oblasti 1:50 000	15
Obr. 1.2. Legenda k podrobnej geologickej mape	16
Obr. 1.3. Pôdna mapa 1:50000	18
Obr. 1.4. Legenda pôdnej mapy	19
Obr. 1.5. Súčasný stav vegetačného doprovodu	23
Obr. 2.1. Most na ulici Černovická	26
Obr.2.2. Súčasný stav priečneho rezu	26
Obr. 2.3. Súčasný stav pozdĺžneho profilu	27
Obr. 2.4. Zmena priečných profilov a trasy koryta [3]	30
Obr. 2.5. Osadenie balvanu [3]	31
Obr. 2.6. Umelé zdrsnenie dna pozdĺžny rez [3]	32
Obr. 2.7. Umelé zdrsnenie dna pôdorys [3]	33
Obr.3.1. Ikona HEC-RAS	35
Obr. 3.2. Schéma výpočtu nerovnomerného ustáleného prúdenia [1]	37
Obr. 3.3. Pozdĺžny profil a priebeh hladín	39
Obr. 3.4. Profil P39, riečny kilometer 4,088	40
Obr. 3.5. Profil P310, riečny kilometer 3,977	41
Obr. 3.6. Profil P38, riečny kilometer 3,958	41
Obr. 3.7. Profil P37, riečny kilometer 3,938	42
Obr. 3.8. Profil P36, riečny kilometer 3,920	43
Obr. 3.9. Profil P35, riečny kilometer 3,900	43
Obr. 3.10. Profil P34, riečny kilometer 3,863	44
Obr. 3.11. Profil P33, riečny kilometer 3,720	45
Obr. 3.12. Profil P32, riečny kilometer 3,540	45
Obr. 3.13. Profil P31, riečny kilometer 3,360	46
Obr. 3.14. Profil P30, riečny kilometer 3,150	47
Obr. 3.15. Profil P29, riečny kilometer 2,820	47

Obr. 3.16. Profil P28, riečny kilometer 2,520	48
Obr. 3.17. Profil P307, riečny kilometer 2,444	49

ZOZNAM TABULIEK

Tab.1.1. Tabuľka m-denných prietokov	13
Tab. 1.2. Tabuľka N-ročných prietokov	13
Tab.1.3. Tabuľka klimatických pomerov	14
Tab. 1.4. Tabuľka výustí	20
Tab. 1.5. Počet splavných dní v mesiacoch	22
Tab. 2.1. Tabuľka výustí	25
Tab. 3.1. Hodnoty N-ročných prietokov	37
Tab. 3.2. Profil P39, riečny kilometer 4,088 – výpočty	40
Tab. 3.3. Profil P310, riečny kilometer 3,977- výpočty	40
Tab. 3.4. Profil P38, riečny kilometer 3,958 – výpočty	41
Tab. 3.5. Profil P37, riečny kilometer 3,938 – výpočty	42
Tab. 3.6. Profil P36, riečny kilometer 3,920 – výpočty	42
Tab. 3.7. Profil P35, riečny kilometer 3,920 – výpočty	43
Tab. 3.8. Profil P34, riečny kilometer 3,863 – výpočty	44
Tab. 3.9. Profil P33, riečny kilometer 3,720 – výpočty	44
Tab. 3.10. Profil P32, riečny kilometer 3,540 – výpočty	45
Tab. 3.11. Profil P31, riečny kilometer 3,360 – výpočty	46
Tab. 3.12. Profil P30, riečny kilometer 3,150 – výpočty	46
Tab. 3.13. Profil P29, riečny kilometer 2,820 – výpočty	47
Tab. 3.14. Profil P28, riečny kilometer 2,520 – výpočty	48
Tab. 3.15. Profil P307, riečny kilometer 2,444 – výpočty	48

ZOZNAM PRÍLOH

1. Podrobná situácia toku M 1:25000
2. Prehľadná situácia toku M 1:5000
3. Pozdĺžny profil M1:5000/100
4. Priečne profily súčasného stavu M 1:500/200
5. Priečne profily navrhnuté
6. Priečne profily so zakreslenými revitalizačnými zásahmi